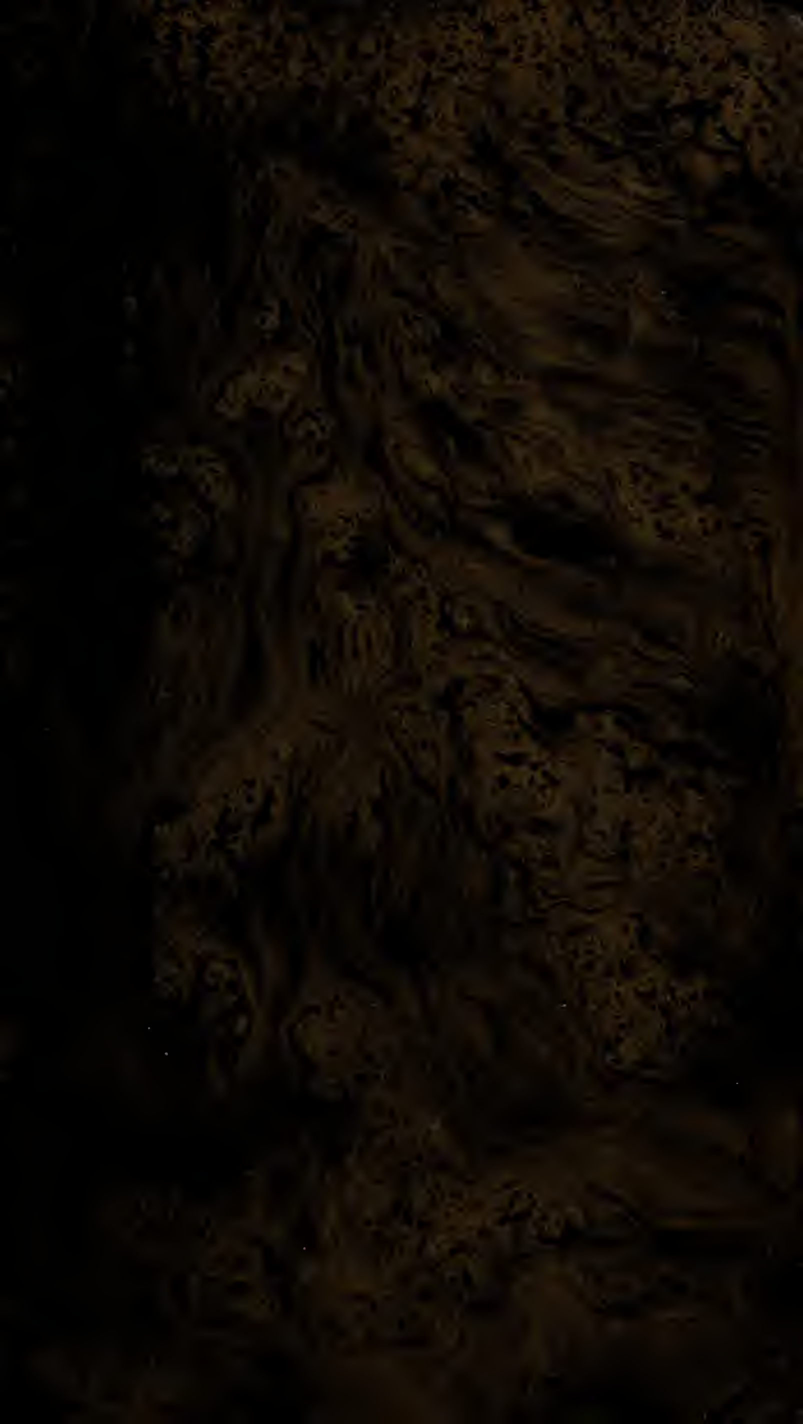






TRATADO ELEMENTAL
DE QUÍMICA,

PRESENTADO BAXO NUEVO ÓRDEN

Y CONFORME A LOS DESCUBRIMIENTOS MODERNOS;

CON LÁMINAS:

Por Mr. Lavoisier, de la Academia de las Ciencias, y de las Sociedades de Medicina y Agricultura de Paris, de las de Orleans y de Londres, del Instituto de Bolonia, de las Sociedades Helvética de Basilea, Filadelfia, Harlem, Manchester, Padua, &c.

TRADUCIDO AL CASTELLANO

Por D. Juan Manuel Munarriz, Capitan del Real Cuerpo de Artillería, y Profesor de Matemáticas en su Academia, Vice-Secretario, y Bibliotecario de la Real Sociedad económica de los Amigos del Pais de Segovia y su Provincia.

TOMO II.

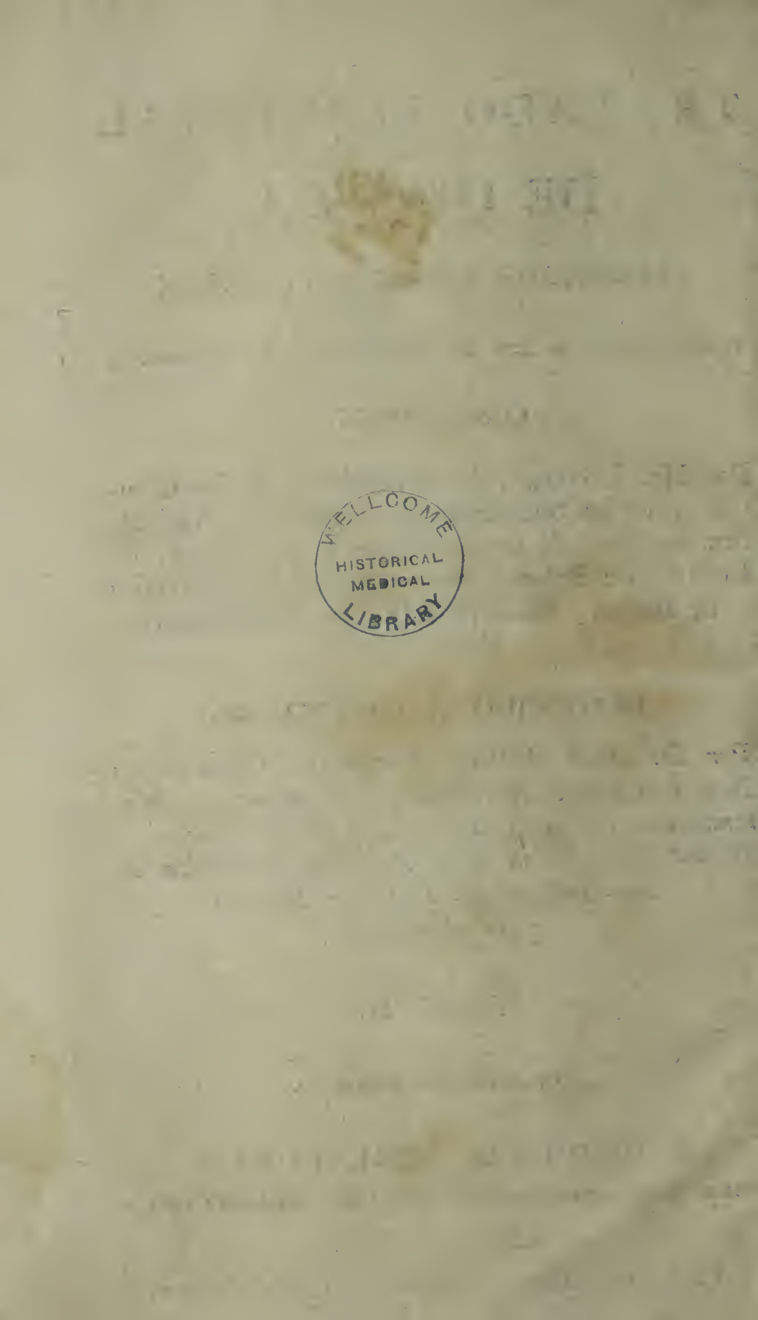
CON SUPERIOR PERMISO.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL.

POR D. PEDRO JULIAN PEREYRA, IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

AÑO DE 1798.

Véndese en la Librería de Gomez calle de las Carretas.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

AL EXC. SEÑOR

D. FRANCISCO DE SAAVEDRA,

CABALLERO PENSIONISTA DE LA REAL Y DISTINGUIDA ORDEN DE CARLOS III, DEL CONSEJO DE ESTADO, SECRETARIO DE ESTADO Y DEL DESPACHO UNIVERSAL DE HACIENDA DE ESPAÑA E INDIAS, SUPERINTENDENTE GENERAL DE ELLA, DE AZOGUES, Y DE LAS CASAS DE MONEDA DE ESTOS Y AQUELLOS DOMINIOS, PRESIDENTE DE LA JUNTA GENERAL DE COMERCIO, MONEDA Y MINAS, Y ENCARGADO INTERINAMENTE DE LA PRIMERA SECRETARIA DE ESTADO Y DEL DESPACHO.

EXC. SEÑOR.

Tengo el honor de ofrecer á V. E. el TRATADO ELEMEN-

TAL DE QUIMICA *del célebre Lavoisier, que he traducido del frances al castellano, para franquear á la estudiosa juventud española una obra que hará época en los anales de los conocimientos útiles: que será consultada de la posteridad con veneracion y aprovechamiento; y que encierra el germen de quantos descubrimientos restan por hacer en este ramo importante de la Física, y el mas transcendental á la industria y manufacturas; cuyos progresos interesan sobremanera á V. E. por los Ministerios que tiene á su*

cargo, y el aprecio con que las mira.

Dígnese V. E. admitir este corto obsequio debido á sus luces, zelo y patriotismo, y alentar con su benigna acogida la aplicacion de su mas atento servidor

EXC. SEÑOR.

Juan Manuel Munarriz.

TRATADO ELEMENTAL
DE QUÍMICA.

PARTE TERCERA.

DESCRIPCION DE LOS APARATOS Y DE LAS OPERACIONES MANUALES DE LA QUIMICA

INTRODUCCION.

De intento no me he extendido mas sobre las operaciones manuales de la Química en las dos primeras partes de este tratado, porque he conocido por mi propia experiencia, que en una obra de raciocinio no debian entrar descripciones demasiadamente largas, pormenores de las operaciones y explicaciones de láminas, todo lo qual no sirve sino para interrumpir el encadenamiento de las ideas, y hacer fastidiosa y dificil la lectura de ella.

Si me hubiese contentado por otra parte con las simples descripciones que he dado hasta aquí, los principiantes no podrian adquirir sino ideas muy vagas de la Química práctica. Unas operaciones imposibles de repetir no les podrian inspirar ni confianza ni interes: tambien les faltaba el recurso de hallar en otras obras con que suplir lo que faltase en esta; porque ademas de no haber ninguna en que se hallen descriptos con bastante extension los experimentos modernos, les hubiera

sido imposible recurrir á otros escritos en donde las ideas no se presentan con el mismo órden ni lenguage, de suerte que no hubiera conseguido el fin de utilidad que me he propuesto.

En atencion á esto, he resuelto reservar para esta tercera parte la descripcion sumaria de todos los aparatos y operaciones manuales, que tienen relacion con la Química elemental. He preferido colocar este tratado particular al fin de esta obra; porque poniéndole al principio, era preciso suponer unos conocimientos que no pueden tener los principiantes hasta que no hayan leido la obra entera. Toda esta tercera parte debe considerarse en cierto modo como la explicacion de las figuras, que se suele poner al fin de las Memorias, para no interrumpir el texto con descripciones muy extensas.

No obstante el cuidado que he tenido en hacer clara y metódica esta tercera parte de mi trabajo, y no omitir la descripcion de ningun aparato esencial, estoy bien lejos de pretender, que los que quieran tomar conocimientos exâctos en la Química, no tengan que seguir cursos, freqüentar laboratorios, y familiarizarse con los instrumentos que en ellos se usan. *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu*: verdad grande é importante, que no deben olvidar jamas así los que aprenden como los que enseñan, y que el célebre Rouelle habia hecho grabar en gruesos caracteres en el parage mas visible de su laboratorio.

Las operaciones químicas se dividen naturalmente en muchas clases, segun el objeto á que se dirigen: las unas pueden considerarse como puramente mecánicas; como son la determinacion del peso de los cuerpos, la medida de su volúmen, la trituracion, porfirizacion, tamizacion, locion y

filtracion : las otras son operaciones verdaderamente químicas, porque se emplean en ellas fuerzas y agentes químicos; como la disolucion, la fusion, &c. En fin las unas tienen por objeto separar los principios de los cuerpos, las otras el reunirlos: muchas veces tienen este doble objeto, y á veces en una misma operacion, como por exemplo en la combustion, se opera al mismo tiempo la descomposicion y recomposicion.

Pero sin abrazar en particular ninguna de estas divisiones, á las que seria dificil sujetarse, á lo menos con rigor, voy á presentar el pormenor de las operaciones químicas en aquel órden que me ha parecido mas á propósito para facilitar su inteligencia. Me detendré particularmente en los aparatos relativos á la Química moderna, porque son todavia poco conocidos de los que hacen un estudio particular de esta ciencia, y aun de muchos de los que la profesan.

CAPITULO PRIMERO.

De los instrumentos propios para determinar el peso absoluto y específico de los cuerpos sólidos y líquidos.

No se conoce hasta ahora mejor medio para determinar las cantidades de las materias que se emplean en las operaciones químicas, y que se obtienen por el resultado de los experimentos, que el ponerlas en equilibrio con otros cuerpos, que se ha convenido el tomar por término de comparacion: Por exemplo, quando queremos ligar doce libras de plomo con seis de estaño, buscamos una palanca de hierro bastante fuerte para que no se doble: la suspendemos por medio, de modo que sus dos brazos esten perfectamente iguales, ponemos en uno de sus extremos un peso de doce libras, y del otro colgamos plomo hasta que quede en equilibrio, es decir, hasta que la palanca quede perfectamente horizontal. Despues que hemos hecho esto con el plomo, hacemos lo mismo con el estaño, y se usa del mismo método con todas las sustancias cuya cantidad se quiere determinar. Esta operacion se llama *pesar*; y el instrumento con que se pesa, *peso*. Se compone principalmente, como todos saben, de un astil, dos balanzas y un fiel.

En órden á la eleccion de pesos y á la cantidad de materia que debe componer una unidad, por exemplo una libra, es una cosa absolutamente arbitraria: así vemos que la libra se diferencia de un reyno á otro, de una provincia, y aun de una ciudad á otra. Las sociedades no tienen tampoco

otro medio para conservar la unidad que han escogido, y para impedir que no se varie, y no se altere por el curso de los tiempos, sino formando lo que llaman padrones, que se depositan y tienen con cuidado en los archivos de las casas consistoriales de las jurisdicciones ó cabezas de partido.

Sin duda que no es indiferente para el comercio y usos de la sociedad el servirse de una ú otra libra, en atencion á que la cantidad absoluta de materia no es la misma, y aun las diferencias son muy considerables. Pero no les sucede así ni á los Físicos, ni á los Químicos, pues en la mayor parte de los experimentos importa muy poco que hayan empleado la cantidad A ó la cantidad B de materia, con tal que expresen con claridad los productos que han obtenido de la una ó de la otra de estas cantidades en fracciones de un uso cómodo, y que reunidas todas hagan un producto igual al todo. En este supuesto, he creido que mientras los hombres reunidos en sociedad se convengan en adoptar un solo peso y una sola medida, podrian los Químicos de todo el mundo servirse sin inconveniente de la libra de su pais, sea la que fuese, con tal que en lugar de dividirla en fracciones arbitrarias, como lo han hecho hasta aquí, se conviniesen en dividirla en décimos, centésimos, milésimos, &c. esto es, en fracciones decimales de libra. De este modo se entenderian en todos los paises y en todas las lenguas: es cierto que no se supiera con seguridad la cantidad absoluta de materia que se hubiese empleado en un experimento; pero se conoceria sin dificultad, y sin servirse de cálculo, la relacion de los productos entre sí: estas relaciones serian unas mismas para todos los sabios del mundo, y se tendria

verdaderamente para este objeto un lenguage universal.

Movido de estas consideraciones formé desde los principios el proyecto de hacer dividir la libra, peso de marco, en fracciones decimales; pero hasta poco ha no he llegado á conseguirlo. Mr. Fourché, fabricante de pesos, y sucesor de Mr. Chemin, calle de la Ferroneria en París, ha desempeñado este punto con mucha inteligencia y exâctitud; y aconsejo á todos los que se dedican al arte de hacer experimentos, adquieran semejantes divisiones de la libra: por poco uso que tengan en el cálculo de las decimales, les causará admiracion al ver la sencillez y facilidad que esta division les proporcionará en todas sus operaciones. En una Memoria que destino para la Academia, expondré por menor las precauciones y atenciones que pide esta division de la libra.

Mientras que se adopta este método por todos los sabios, tenemos un medio sencillo, que si no conduce al mismo fin, á lo menos se acerca á él, y simplifica los cálculos: se reduce á convertir las onzas, ochavas y granos de cada peso en fracciones decimales de libra; y para disminuir el trabajo que este cálculo podrá acarrear, he formado una tabla que se hallará al fin de esta tercera parte, en la que estan hechos estos cálculos, ó reducidos á adiciones sencillas: he aquí el modo de servirse de ella.

Supongo que se han empleado en un experimento 4 libras de sustancias, y que por el resultado de la operacion se han obtenido quatro productos diferentes A, B, C, D, cuyos pesos son los siguientes:

	libr.	onz.	och.	gran.
Producto A	2	5	3	63
Producto B	1	2	7	15
Producto C	..	3	1	37
Producto D	..	4	3	29
Total	4	..	..	..

Por medio de la tabla se transformarán estas fracciones vulgares en fracciones decimales del modo siguiente:

Para el producto A.

	Fracciones vulgares.					Fracciones decimales correspondientes.
	libr.	onz.	och.	gran.		libr.
	2	..	..	..	=	2,0000000
		5	..	..	=	0,3125000
			3	..	=	0,0234375
				63	=	0,0068359
Total	2	5	3	63	=	2,3427734

Para el producto B.

	libr.	onz.	och.	gran.		libr.
	1	..	..	..	=	1,0000000
		2	..	..	=	0,1250000
			7	..	=	0,0546875
				15	=	0,0016276
Total	1	2	7	15	=	1,1813151

Para el producto C.

	Fracciones vulgares. onz.	och.	gran.		Fracciones decimales correspondientes. libr.
	3	..	..	=	0,1875000
		1	..	=	0,0078125
			37	=	0,0040148
Total ..	3	1	37	=	0,1993273

Para el producto D.

	onz.	och.	gran.		libr.
	4	..	..	=	0,2500000
		3	..	=	0,0234375
			29	=	0,0031467
Total ..	4	3	29	=	0,2765842

Recapitulando estos resultados, se tendrá en fracciones decimales:

Para el producto A	2,3427734
Para el producto B	1,1813151
Para el producto C	0,1993273
Para el producto D	0,2765842
Total	4,0000000

Expresados de este modo los productos en fracciones decimales, pueden admitir toda especie de reduccion y de cálculo, sin tener que reducir continuamente á granos los números con que se quiere operar, y volver á reducir despues estos

mismos números á libras, onzas y ochavas.

Y como la basa de todo lo útil y exâcto que se puede hacer en la Quimica depende de la determinacion del peso de las sustancias y de los productos, antes y despues del experimento, conviene poner en ello toda la exâctitud posible. Lo primero que debe hacerse para desempeñar este objeto, es tener buenos instrumentos: tres pesos exâctos son indispensables para trabajar con comodidad; y uno de ellos debe ser de bastante resistencia para pesar desde 15 hasta 20 libras. Sucede con freqüencia en los experimentos químicos tener que determinar con la diferencia de medio grano, ó uno á lo mas, la tara y el peso de vasijas muy grandes y aparatos muy pesados. Para llegar á este grado de precision, son necesarios pesos construidos por un artista hábil, y con precauciones particulares: sobre todo es necesario no servirse jamas de ellos en un laboratorio, donde se llenarian infaliblemente de orin, y se echarian á perder: deben tenerse en un gabinete separado, en donde nunca entren ácidos. Los que yo uso son de Mr. Fortin: sus astiles tienen tres pies de largo, y reunen en sí todas las seguridades y comodidades apetecibles. Creo, que á excepcion de los de Ramsden, no haya otros que se los pueda comparar por la exâctitud y precision. Ademas de este peso grande tengo otros dos, que tambien estan fuera del laboratorio: el uno sirve para pesar hasta 18 ó 20 onzas, con la precision de una décima parte de grano: con el tercero se pesa hasta una ochava, y señala muy bien hasta $\frac{1}{512}$ de grano.

En una Memoria particular que presentaré á la Academia, daré la descripcion por menor de estos tres pesos.

Estos instrumentos, que no deben usarse sino para los experimentos de indagacion, no excusan el tener otros mas ordinarios para los usos diarios del laboratorio. Se necesita continuamente de un peso grande de hierro dado de barniz negro, con el que se puedan pesar barreños llenos de líquidos, y cantidades de agua de 40 á 50 libras, con diferencia de un adarme: otro con que se pueda pesar hasta 8 ó 10, con diferencia de 12 á 15 granos; en fin, otro peso pequeño, con el que pueda pesarse cerca de una libra con la diferencia de un grano.

Pero no basta tener excelentes pesos: es menester conocerlos, haberlos observado bien, y saber servirse de ellos, lo que no se consigue sino con mucho uso y atencion. Es muy importante sobre todo verificar muchas veces las pesas que se usan; pues las que se compran en el comercio, como que se arregláron con pesos, que no son extremamente sensibles, no se hallan del todo exâctas, quando se prueban en pesos tan perfectos como los que acabo de citar.

Seria un medio excelente para evitar errores en los pesos pesar dos veces las cosas, usando una vez de fracciones comunes, y otra de fracciones decimales. Tales son los medios que han parecido mas á propósito hasta aquí para determinar las cantidades de las sustancias empleadas en los experimentos; es decir, sirviéndome de la expresion mas comun, para determinar el peso ó gravedad absoluta de los cuerpos. Pero aunque adopto esta expresion, no puedo menos de observar, que tomada con todo rigor, no es absolutamente exâcta. Es cierto que rigorosamente hablando no conocemos ni podemos conocer sino pesos relativos;

que no los podemos expresar sino partiendo de una unidad convencional: por consiguiente diriamos con mas propiedad, que no tenemos medida alguna del peso absoluto de los cuerpos.

Pasemos ahora á lo que pertenece al peso ó gravedad específica. Denótase baxo este nombre la gravedad absoluta de los cuerpos dividida por su volúmen, ó lo que es lo mismo, el peso que tiene un volúmen determinado de un cuerpo. Generalmente se ha elegido para esto la gravedad del agua como la unidad que expresa este género de gravedad. Así quando se habla del peso específico del oro, se dice que es diez y nueve veces tan pesado como el agua: que el ácido sulfúrico concentrado es dos veces tan pesado como el agua, y así de los demas cuerpos.

Es tanto mas cómodo el tomar así la gravedad del agua por unidad, como que casi siempre se pesan en ella los cuerpos, cuya gravedad específica se quiere determinar. Por exemplo, si se propone reconocer la gravedad específica de un pedazo de oro puro comprimido á martillazos; y si este pedazo de oro pesa en el ayre 8 onzas, 4 ochavas y dos granos y medio, como el que probó Mr. Brisson, pag. 5 de su Tratado de la Gravedad específica, se suspende este oro de un alambre muy fino pero de bastante resistencia para sostenerle sin romperse: se ata este hilo debaxo del platillo de un peso hidrostático, y se pesa el oro metido enteramente en una vasija llena de agua. El pedazo de oro de Mr. Brisson perdió 3 ochavas y 37 granos en este experimento. Es evidente que el peso que pierde un cuerpo, quando se le pesa en el agua, no es sino el peso del volúmen de agua, que el mismo cuerpo desaloja, ó

lo que es lo mismo, un peso de agua igual á su volúmen: de donde se puede concluir que á volúmenes iguales el oro pesa 4898 granos y medio, y el agua 253: lo que indica que el peso específico del oro es el de 193617, suponiendo 10000 el del agua. Del mismo modo se puede operar con todas las sustancias sólidas.

Rara vez sucede en la Química tener que determinar la gravedad específica de los cuerpos sólidos, á menos que no se trabaje sobre las aligaciones, ó sobre los vidrios metálicos; pero al contrario se necesita á cada paso conocer el peso específico de los fluidos, porque muchas veces este es el único medio para juzgar de su grado de pureza y concentracion.

Se puede conseguir igualmente este último objeto con mucha precision por medio del peso hidrostático, pesando sucesivamente un cuerpo sólido, por exemplo, una bola de cristal de roca suspendida de un hilo de oro muy delgado en el ayre y en el fluido, cuyo peso específico se quiere determinar. El peso que pierde la bola metida en el fluido, es el de un volúmen igual de este fluido. Repitiendo sucesivamente esta operacion en el agua y en varios fluidos, se puede inferir por un cálculo muy sencillo, su relacion de peso específico, ya sea entre sí, ya con el agua. Pero este medio no seria aun bastante exâcto, ó á lo menos seria muy embarazoso respecto á los líquidos, cuyo peso específico difiere poco de el del agua, como por exemplo, las aguas minerales, y generalmente todas aquellas que estan muy poco cargadas de sales.

En algunos trabajos que he emprendido sobre este objeto, y que hasta ahora no he publicado,

me he servido con ventaja de pesalicores muy sensibles, y de los que voy á dar una idea. Consisten estos en un cilindro hueco A *b c f*, lámina VII, fig. 6, de laton, y aun mejor de plata, lastrado por abaxo en *b c f* con estaño. Este pesalicor se representa nadando en un baso *l m n o* lleno de agua. A la parte superior del cilindro se ajusta un alambre ó aguja de plata, cuyo diámetro es de $\frac{3}{4}$ de línea á lo mas, y sobre él un platillo *d* para ponerse en él las pesas. En esta aguja se hace una señal *g*, cuyo uso se va á explicar. Se puede construir este instrumento de diferentes dimensiones; pero para que sea bastante exâcto, es necesario que desaloje quatro libras de agua á lo menos. El peso del estaño con que está lastrado este instrumento debe ser tal, que esté casi en equilibrio en el agua destilada, y que para hacerle entrar hasta la señal *g*, no sea necesario añadirle mas que media ó una ochava á lo mas.

Lo primero que se hace es determinar con mucha exâctitud el peso de este instrumento, y las ochavas ó granos con que es necesario cargarle en el agua destilada á una temperatura dada para hacerle entrar hasta la señal *g*. Se executa la misma operacion en todas las aguas, cuyo peso específico se quiere conocer, y las diferencias se reducen luego por el cálculo á un pie cúbico, á una media azumbre, ó á una libra, ó bien á fracciones decimales. Este método, junto con algunos experimentos hechos con los reactivos, es uno de los mas seguros para determinar la calidad de las aguas, y se perciben en él diferencias, que no se hubieran advertido en las análisis químicas mas exâctas. Algun dia describiré con toda extension el resultado de un gran trabajo que he hecho sobre este objeto.

Los pesalicores metálicos no pueden servir sino para determinar el peso específico de las aguas que no contienen mas que sales neutras ó sustancias alkalinas: tambien se pueden construir otros lastrados para el espíritu de vino y licores espirituosos. Pero siempre que se haya de determinar el peso específico de los ácidos, es preciso emplear pesalicores de vidrio. Se toma entonces un cilindro hueco de vidrio *a b c*, lámina VII, fig. 14, cerrado herméticamente con la lámpara de esmaltador en *b c f*: en la parte superior se suelda un tubo capilar *a d*, que remata en un platillo *d*. Se lastra este instrumento con una cantidad mas ó menos grande de mercurio, segun la gravedad específica de los licores que se quieren exâminar. En el tubo *a d*, que sirve de cuello á este instrumento, se puede meter una tira de papel con varias divisiones, y aunque estas no corresponden á las mismas fracciones de grano en licores de diferente gravedad específica, sin embargo son cómodas para las valuaciones.

No me extenderé mas sobre los medios de determinar, así el peso absoluto, como el específico de los sólidos y líquidos; porque los instrumentos que se usan para este género de experimentos son muy comunes, y se pueden adquirir con facilidad. Pero no sucede así con la medida de los gases: la mayor parte de los instrumentos de que me valgo, no se hallan en ninguna parte, ni estan descritos en ninguna obra, por lo que me ha parecido necesario dar una noticia mas extensa de ellos, como lo voy á hacer en el capítulo siguiente.

CAPITULO II.

De la gasometria, ó de la medida del peso y volúmen de las sustancias aeriformes.

§. I.

Descripcion de los aparatos pneumato-químicos.

Los Químicos Franceses han dado en estos últimos tiempos el nombre de *baño pneumato-químico* á un aparato igualmente ingenioso que sencillo, imaginado por Mr. Priestley, y que se ha hecho indispensable en todo laboratorio. Consiste en un caxon ó cubeta de madera mas ó menos grande, lámina V, figuras 1 y 2, forrado de láminas de plomo ó de hojas de cobre estañado. La figura 1 representa este baño en perspectiva: se suponen algo elevados la parte de delante y uno de los lados en la fig. 2, para que se conozca mejor el modo como está construido interiormente.

En todo aparato de esta especie se distingue la mesilla del baño A B C D, figuras 1 y 2, y su suelo F G H I, fig. 2. El intervalo que hay entre estos dos planos es el baño propiamente tal, ó el foso del baño. En el es donde se llenan las campanas: despues se las vuelve, y se ponen sobre la mesilla A B C D: véase la campana F, lámina X: tambien se pueden distinguir los bordes del baño, y se da este nombre á todo lo que excede el nivel de la mesilla.

El agua del baño debe subir como cosa de pulgada ó pulgada y media sobre la mesilla; y el

baño debe ser bien espacioso, para que haya á lo menos un pie de agua por todas partes. Esta cantidad es suficiente para los experimentos regulares; pero hay muchas circunstancias en que es cómodo, y aun indispensable el que tenga mas extension. Aconsejo pues á los que quieran trabajar con utilidad y de continuo en operaciones de Química, construyan bien grandes estos apatatos, si el sitio lo permitiese. El foso de mi baño principal contiene quatro pies cúbicos de agua, y la superficie de su mesilla es de catorce pies quadrados; y á pesar de este tamaño, que al principio me pareció disforme, me suele faltar sitio muchas veces.

No basta tampoco en un laboratorio, donde se está trabajando continuamente, tener un solo aparato de estos, por grande que sea: es necesario tener otros mas pequeños, y aun portátiles, que se llevan donde es necesario, y cerca del horno en que se trabaja: solo así se pueden seguir muchos experimentos á la vez. Hay ademas operaciones que ensucian el agua del aparato, y que se necesitan hacer en un baño particular.

Es sin duda mas económico servirse de baños de madera con aros de hierro, y hechos simplemente de duelas, que de caxones de madera forrados de cobre ó de plomo. Así los usé en mis primeros experimentos; pero conocí bien pronto los inconvenientes á que estan sujetos. Si no se conserva siempre el agua al mismo nivel, se abren las junturas de las duelas á donde no llega el agua, y quando es necesario añadir agua, se sale por ellas, é inunda el suelo.

Las vasijas que se usan para recoger y contener los gases en este aparato son unas campanas de cristal A, fig. 9. Para transportarlas de un aparato á

otro, ó para guardarlas quando el baño está muy ocupado, se usa de una especie de platillos B C con un borde y dos asas D E para transportarlas.

Despues de haber hecho varias tentativas para ver qual era la materia mas á propósito para construir el aparato pneumato-químico de azogue, he preferido el mármol por ser una sustancia absolutamente impenetrable al mercurio, y no hay miedo, como en la madera, que las junturas se desunan, ó que el azogue se escape por algunas grietas, ni que se rompa, como sucede con el vidrio, la talavera y la porcelana.

Se escoge pues un pedazo de mármol B C D E, lám. V figuras 3 y 4, de dos pies de largo, de 15 á 18 pulgadas de ancho, y de 10 pulgadas de grueso. Se hace ahuecar hasta una profundidad *m n* fig. 5 de cerca de 4 pulgadas para formar el foso donde debe estar el mercurio; y para que se puedan llenar con mas comodidad las vasijas, se hace una canal, IV figuras 3 4 y 5, de otras 4 pulgadas á lo menos de profundidad; y como esta canal podria ser embarazosa en algunos experimentos, será bueno poderla tapar quando convenga, lo que se consigue con unas tablitas que entren en una muesca *x y* fig. 5. He hecho construir dos baños de mármol semejantes al que acabo de describir, pero de distintos tamaños: de este modo tengo siempre uno de los dos para guardar el azogue, y es el reservatorio mas seguro, y menos sujeto á accidentes.

Se puede maniobrar en el azogue con este aparato lo mismo que en el agua; pero las campanas que se empleen es necesario que sean mas fuertes, y de un diámetro pequeño, ó usar de tubos de cristal acampanados, como el que está represen-

tado en la fig. 7, y que los fabricantes llaman eudiómetros. Véase colocada una de estas campanas A en su lugar correspondiente, fig. 5.

El aparato pneumato químico de azogue es preciso para todas las operaciones en que se desprenden gases que puede absorber el agua; y esto sucede generalmente en todas las combustiones, á excepcion en la de los metales.

§. II.

Del gasómetro.

Doy el nombre de gasómetro á un instrumento que ideé é hice construir con la mira de que me sirviese de un fuelle que pudiese dar continua y uniformemente un corriente de gas oxîgeno para los experimentos de fusion. Posteriormente hemos hecho Mr. Meusnier y yo algunas correcciones y adiciones importantes á este primer ensayo, con lo que lo hemos transformado en un instrumento, digámoslo así, universal, sin el qual apenas se podrá hacer ningun experimento exâcto. El nombre solo de este instrumento indica desde luego que su objeto es la medida del volúmen de los gases. Consiste en un astil grande de peso de tres pies de largo D E lám. VIII fig. 1: en cada uno de sus extremos está sólidamente unido un arco de círculo tambien de hierro.

Este astil no descansa como en los pesos regulares, sino en un gozne cilíndrico de acero F fig. 9, que gira sobre dos rodillos movibles, con lo que se ha logrado disminuir considerablemente la resistencia que podia oponerse al libre movimiento de la máquina, pues el frotamiento de primera

especie se halla convertido en el de segunda. Estos rodillos son de laton y de mucho diámetro, y hemos tomado tambien la precaucion de guarnecer los puntos sobre que rueda el exe ó quicio del astil con láminas de cristal de roca. Todo ello descansa sobre una columna sólida de madera B C fig. 1.

Del extremo D de uno de los brazos del astil pende un platillo de peso P para recibir las pesas, y una cadena chata se aplica á la circunferencia del arco *n* D *o* en un encaxe hecho al efecto. Del extremo E del otro brazo del astil ó palanca cuelga una cadena tambien chata *i k m*, la qual está construida de modo que no puede alargarse ni encogerse quando se la cargue. A esta cadena está bien unido un estribo de hierro de tres brazos, *ai ci hi*, que sostiene una campana grande ó vasija de cobre batido A de 18 pulgadas de diámetro y 20 de alto.

Toda la perspectiva de esta máquina está representada en la lám. VIII fig. 1; y su perfil cortado por un plano vertical en la lám. IX fig. 2 y 4 para ver el interior. Al rededor de la campana y por su parte inferior hay un borde que sobresale y forma un espacio dividido en varias caxitas 1, 2, 3, 4, &c. lám. IX fig. 2, para colocar en ellas unas pesas de plomo, representadas separadamente con los números 1, 2, 3. Sirven para aumentar el peso de la campana siempre que sea necesaria una presion considerable, como se verá en adelante, bien que estos casos son muy raros. La campana cilíndrica A está enteramente abierta por su fondo *de* lám. IX fig. 4, y cubierta por arriba con un sombrero de cobre *a b c*, abierto en *b f*, y que se puede cerrar por medio de una llave *g*. Este som-

brero entra algunas pulgadas dentro del cilindro, como se ve en las figuras, á fin de que la campana no se sumerja enteramente en el agua. Si hubiera de volver á construir esta máquina haria que el sombrero fuese mas chato, de modo que casi no formase sino un plano.

Esta campana ó depósito se introduce en una vasija cilíndrica L M N O, lám. XIII fig. 1, igualmente de cobre, y lleno de agua.

En medio de él, lám. IX fig. 4, se elevan perpendicularmente dos cañones *s t x y*, que se acercan un poco el uno al otro por su extremo superior *t y*: los quales sobresalen algun tanto del nivel del borde superior L M de la vasija L M N O, y entran cerca de media pulgada en la capacidad cónica *b*, que conduce á la llave *g*, quando la campana *a b c d e* toca el fondo N O.

La fig. 3 de la lám. IX representa el suelo del depósito L M N O: se ve en medio una especie de cazuelita esférica, sujeta y soldada por sus bordes á dicho suelo, que se puede considerar como el pabellon de un embudito vuelto al reves, al qual se ajustan en *s x* los cañones *s t x y* fig. 4. De este modo se comunican estos tubos con los *mm nn oo pp*, colocados horizontalmente sobre el suelo de la máquina fig. 3, y todos quatro se reunen en el sombrerillo esférico *s x*.

De estos quatro cañones tres salen fuera de la vasija L M N O, lám. XIII fig. 1, y se les puede ver mejor en la lám. VIII, fig. 1: uno de ellos 1, 2, 3 se ajusta por 3 con la parte superior de una campana V por medio de la llave 4. Esta campana está colocada sobre la mesilla de un baño pequeño G H I K forrado de plomo, cuya parte interior se ve representada en la lám. IX fig. 1.

El segundo cañon está aplicado contra la vasija L M N O desde 6 hasta 7, y continúa despues por los puntos 7, 8, 9, 10, hasta rematar en 11 debaxo de la campana V. El primero de estos dos cañones sirve para introducir el gas en la máquina; y el segundo para recogerle y ensayarle en campanas : se hace entrar ó salir al gas segun el grado de presion que se le da; y se consigue hacer variar esta presion cargando mas ó menos el platillo P. Por manera, que quando se quiere introducir ayre, se da una presion nula, y á veces negativa; y quando se quiere extraer, se aumenta la presion todo lo que se juzgue conveniente.

El tercer tubo 12, 13, 14, 15 sirve para conducir el gas necesario á la distancia conveniente para las combustiones, combinaciones y demas operaciones de esta especie.

Para comprehender el uso del quarto tubo es preciso hacer algunas reflexîones. Supongo llena de agua la vasija L M N O fig. 1, y la campana A parte con agua, y lo restante con ayre : es claro que se podrán proporcionar de tal suerte los pesos colocados en el plato P, que haya un perfecto equilibrio, sin que el ayre tire á volver á entrar en la campana A, ni salir de ella: en esta suposicion estarán en un mismo nivel el agua interior y exterior. Pero en el instante en que se disminuya el peso del plato P, y que haya presion del lado de la campana, el nivel del agua interior estará mas baxo que el de la exterior ; y el ayre interior se hallará mas cargado que el exterior de una cantidad igual exâctamente al peso de una columna de agua que tenga por altura la diferencia de los dos niveles.

Partiendo de esta observacion imaginó Mr.

Meusnier deducir un medio de reconocer en todos los instantes el grado de presion que experimentaria el ayre contenido en la capacidad de la campana A lám. V fig. 1. Para esto se valió de una cantimplora de vidrio de dos brazos 19, 20, 21, 22, 23, embetunada sólidamente en 19 y 23: uno de los extremos 19 de esta cantimplora tiene libre comunicacion con el agua del baño ó vasija exterior; y el otro 23 con el quarto tubo del 8, del que no hablé hasta ahora, y por consiguiente con el ayre interior de la campana por el tubo *st* lám. IX fig. 4. En fin, Meusnier sujetó con betun en 16, lám. VIII fig. 1, otro tubo recto de vidrio, que tiene comunicacion por su extremo 16 con el agua de la vasija exterior: está abierto por su extremo superior 18 para tener comunicacion con la atmósfera.

Esto supuesto, es claro que el agua del tubo 16, 17, 18 debe mantenerse constantemente al nivel de la del baño ó vaso exterior; y que la del 19, 20, 21 debe al contrario baxar ó subir mas, segun esté el ayre interior mas ó menos oprimido que el exterior de la campana, siendo la diferencia de altura entre estas dos columnas, observada en el tubo 16, 17, 18 y en el 19, 20, 21, la medida exâcta de la diferencia de presion: por consiguiente para medir estas diferencias se ha colocado entre los dos tubos una regla de cobre graduada y dividida en pulgadas y líneas.

Es claro que siendo el ayre, y generalmente todos los fluidos elásticos aeriformes tanto mas pesados quanto mas comprimidos se hallen, se necesitaba conocer su estado de compresion para valuar sus cantidades y reducir los volúmenes á pesos, y esto es lo que se ha propuesto resolver por el mecanismo que se acaba de exponer.

Pero para conocer la gravedad específica del ayre ó de los gases, y determinar su peso en un volúmen dado, no basta saber el grado de presion que experimentan, sino que es preciso conocer tambien el de su temperatura; lo que hemos conseguido por medio de un pequeño termómetro, cuyo globo se mete en la campana A, y su graduacion sobresale de ella: está sólidamente embetunado en una virola de cobre que se tornilla en la taza ó cápsula de la campana A. Véase 24 y 25 lám. VIII fig. 1, y lám. IX fig. 4; la qual está tambien representada separadamente en la lám. VIII fig. 10.

Limitándonos á estas solas precauciones, no podriamos usar del gasómetro, sino con mucho embarazo y dificultad; pues al meterse la campana en el agua del vaso exterior L M N O, pierde una parte de su peso igual al del volúmen de agua que desaloja. De aquí resulta que la presion del ayre ó gas contenido en la campana se va disminuyendo continuamente á proporcion que se introduce en el agua: que el gas primero que ha suministrado, no es de la misma densidad que el que suministra al fin: que su peso específico se va disminuyendo continuamente; y que aunque en rigor podrian determinarse por el cálculo todas estas variaciones, seria necesario recurrir á investigaciones matemáticas, que harian embarazoso y dificil el uso de este aparato. Para remediar este inconveniente ha imaginado Mr. Meusnier levantar perpendicularmente en medio del astil ó palanca un vástago ó fiel quadrado de hierro 26 y 27, lám. VIII fig. 1, que pasa por medio de una rueda hueca de cobre 28, que se abre, y puede llenarse de plomo. Esta rueda puede correr por todo el fiel 26 y 27,

y se mueve por medio de un piñon dentado que encaxa en unos llares, y se fixa en el parage conveniente.

Es claro que quando la palanca D E está horizontal, la rueda 28 no se inclina ni á uno ni á otro lado, y por consiguiente no aumenta ni disminuye la presion. Pero no sucede así quando la campana se introduce mas en el agua, y la palanca se inclina hácia un lado, como se ve en la fig. 1. Entonces el peso 28 no hallándose ya en la línea vertical que pasa por el centro de suspension, se inclina tambien hácia el lado de la campana, y aumenta su presion; y este efecto es tanto mayor quanto mas próxîma á 27 esté la rueda 28; porque la accion que exerce un peso en el extremo de una palanca, es proporcional á su longitud. Por consiguiente el peso 28 haciéndole pasar por lo largo del vástago 26 y 27, en cuya direccion es movible, se puede aumentar ó disminuir el efecto de la correccion que produce; y el cálculo y la experiencia manifiestan que se puede llegar al punto de compensar con mucha exâctitud el peso que pierde la campana en todos los grados de presion.

No he hablado hasta ahora del método de valuar las cantidades de ayre ó gas que suministra la máquina; y este artículo es el mas importante de todos. Para determinar con todo rigor el que se ha consumido en el discurso de un experimento, y recíprocamente para saber el que se ha suministrado en él, hemos colocado sobre el arco de círculo que termina la palanca D E, fig. 1, un limbo de cobre *l m* dividido en grados y mediosgrados: está fixo este arco á la palanca D E, y se mueve con ella. Las cantidades de descenso se miden por medio de un índice fixo 29, 30, que se termina en 30 por

un nonio que señala las centésimas partes de un grado.

En la lám. VIII pueden verse separadamente todas las partes de que acabamos de hablar.

1º Fig. 2, la cadena chata que sostiene el plato del peso P, es la de Mr. Vaucanson; pero como tiene el inconveniente de encogerse ó alargarse, segun esté mas ó menos cargada, no es á propósito para suspender la campana A.

2º Fig. 5, la cadena *i k m*, que en la fig. 1 sostiene la campana A, está hecha de planchas de hierro limadas, solapadas unas sobre otras, y sujetas con clavijas de hierro. Aunque se cargue peso á esta cadena no se alarga sensiblemente.

3º Fig. 6, es un estribo de tres pies por medio del qual está suspendida la campana A con unos tornillos para ponerla en una posicion vertical.

4º Fig. 3, el vástago ó fiel 26, 27 que se eleva perpendicularmente de en medio de la palanca con la rueda 28.

5º Fig. 7 y 8, los rodillos con la superficie *z* de cristal de roca, sobre los quales se verifica el contacto para disminuir el frotamiento.

6º Fig. 4, la pieza que sostiene el exe de los rodillos.

7º Fig. 9, la parte media del astil con el quicio sobre el qual gira.

8º Fig. 10, el termómetro que señala el grado de calor del ayre contenido en la campana.

Para usar de este gasómetro se echa agua en el vaso exterior L M N O, lám. VIII fig. 1, hasta una altura determinada, que debe ser la misma en todos los experimentos. El nivel del agua debe tomarse quando el astil ó palanca de la máquina está horizontal. Quando la campana llega al fondo, se halla aumentado este nivel con toda la cantidad

de agua, que ocupaba el hueco de la campana, y al contrario se disminuye á proporcion que la campana se acerca á su mayor elevacion. Se tantea el punto en que debe fixarse la rueda 28, para que sea igual la presion en todas las posiciones de la palanca. Digo que se tantea, porque no se puede determinar este punto con todo rigor, y la diferencia de una quarta parte ó media línea no es de ninguna consegüencia. Esta altura á que se debe elevar la rueda, no es constante en todos los grados de presion, sino que varía á proporcion que esta presion es de 1, 2, 3, &c. pulgadas, y todas estas determinaciones se deben apuntar en un registro con mucho órden.

Hecho esto, se toma una botella ó frasco de 4 á 5 azumbres, cuya capacidad se puede determinar muy bien pesando la cantidad de agua que pueda contener; y llena de agua, se pone boca abaxo en el baño de H I K fig. 1, sentando su cuello sobre la mesilla en lugar de la campana V; y en él se introduce el extremo 11 del tubo 7, 8, 9, 10, 11. Se pone la máquina en cero de presion, y se observa con cuidado el grado que señala el índice sobre el limbo: abriendo despues la llave 8, y apoyando un poco sobre la campana A, se hace pasar todo el ayre necesario para llenar el frasco enteramente: se observa de nuevo el limbo, y de este modo se logra poder calcular el número de pulgadas cúbicas que corresponden á cada grado.

Despues de lleno este primer frasco, se va haciendo lo mismo sucesivamente con otros de diferentes volúmenes, repitiendo varias veces la misma operacion; y poco á poco, y con una atencion escrupulosa, se consigue medir la campana A en todas sus partes. Lo mejor es hacerla bien tornea-

da y cilíndrica para excusar las valuaciones y cálculos.

El instrumento que acabo de describir, y he llamado gasómetro, lo construyó Mr. Magnié el jóven, Ingeniero, y Constructor de instrumentos de Física por S. M., con mucho cuidado, exâctitud é inteligencia. Es un instrumento precioso por las muchas aplicaciones que puede tener, y por ser indispensable para muchos experimentos. Lo que aumenta su coste es que es preciso tenerle duplicado para muchos casos, como son para la formacion del agua, para la formacion del ácido nitroso y otros. La necesidad de instrumentos y aparatos costosos y complicados, es un efecto inevitable del estado de perfeccion á que empieza á llegar la Química: sin duda que conviene simplificarlos; pero no ha de ser á costa de la comodidad, y sobre todo de la exâctitud.

§. III.

De algunos otros medios de medir el volúmen de los gases.

El gasómetro de que acabo de hablar en el párrafo anterior, es un instrumento demasiado complicado y costoso, para emplearle continuamente en los laboratorios para medir los gases, y no puede aplicarse tampoco en todas las circunstancias. Para una multitud de operaciones diarias son precisos instrumentos mas sencillos, y que, por decirlo así, esten á la mano. Hablaré de algunos que usé hasta que tuve proporcion de un gasómetro, y que prefiero aun para el curso ordinario de mis experimentos.

En el párrafo primero de este capítulo he tra-

tado de los aparatos pneumato-quimicos de agua y de azogue: consisten, como se ha visto, en unas cubetas ó baños mas ó menos grandes, sobre cuyas mesillas se colocan las campanas para recoger los gases. Supongo que en el discurso de un experimento se tiene en un aparato de esta especie un residuo de gas, que no es absorbible ni por el álkali ni por el agua, que ocupa la parte superior de la campana A E F, lám. IV fig. 3, y cuyo volúmen se quiere conocer. Lo primero que se hace es señalar exâctamente con unas tiras de papel la altura E F del agua ó del mercurio, no contentándose de hacerlo por un lado solo de la campana, porque podria quedar alguna incertidumbre sobre el verdadero nivel del líquido, sino que es preciso poner tres ó quatro señales á lo menos en oposicion unas á otras.

Despues, si se hace la operacion en el baño de azogue, se debe introducir agua dentro de la campana para desalojar el mercurio. Esta operacion se hace fácilmente con un frasco bien lleno de dicho líquido: se le tapa la boca con el dedo, y volviéndole boca abaxo, se pone su cuello debaxo de la campana: luego se le vuelve, y el mercurio como mas pesado desciende al fondo del frasco desalojando de aquí al agua. Despues de extraido todo el mercurio, se echa agua en el baño A B C D, hasta que quede cubierto el azogue como cosa de una pulgada: se pasa por debaxo de la campana un plato ó qualquiera otra vasija muy chata, y se transporta á un baño de agua, lám. V fig. 1 y 2. Hecho esto se trasvasa el ayre á otra campana graduada del modo que voy á decir, y por las graduaciones de esta se conoce la cantidad del gas.

A este primer método de determinar el volúmen del gas se puede substituir otro que conviene emplear para rectificar la operacion. Despues de trasvasado el ayre ó gas, se vuelve boca abaxo la campana que le contiene, y se le echa agua hasta la señal E F: se pesa esta agua, y de su peso se infiere el volúmen, pues sabemos que un pie cúbito ó 1728 pulgadas de agua pesan 70 libras. Al fin de esta tercera parte se hallará una tabla en la qual estan hechas todas estas reducciones.

Aunque el modo de graduar las campanas es sumamente fácil, pasaré á dar una explicacion de él, á fin de que todos le puedan tener. Conviene que haya muchas de diferentes tamaños, y aun un cierto número de cada uno de ellos, para poder recurrir en caso de necesidad ó de algun accidente.

Tómese una campana de cristal algo gruesa, larga y estrecha: llénese de agua en el baño señalado en la lám. V fig. 1, y colóquese sobre la mesilla A B C D. Se debe tener un sitio determinado que sirva siempre para esta operacion, á fin de que nunca varíe el nivel de la mesilla donde se pone la campana, con lo que se evita el único error que puede haber en esta operacion.

Escójase ademas un frasquito de cuello estrecho que quepa justamente 6 onzas, 3 ochavas y 61 granos de agua, que corresponde á un volúmen de 10 pulgadas cúbicas; y si no se encuentra de una medida tan exâcta, tómese otro un poco mayor, y échese dentro cera derretida con resina para disminuir su volúmen: este frasquito sirve de término de comparacion para medir la campana; lo que se executa del modo siguiente. Se traslada el ayre de este frasquito á la campana que se quiere gra-

duar, y se pone una señal á la altura á que ha baxado el agua: se trasvasa otra tanta porcion de ayre, y se señala igualmente la altura del agua en la campana; y así se continúa hasta apurar toda el agua de la campana. Conviene que la temperatura del frasquito y campana se mantenga la misma durante esta operacion, y se diferencie poco de la del agua del baño. Por tanto se debe cuidar de no aplicar las manos sobre la campana, ó á lo menos no tenerlas sobre ella mucho tiempo para no calentarla; y quando haya algun rezelo sobre este punto, es preciso refrescarla con agua del baño. La altura del barómetro y del termómetro es indiferente para esta operacion, con tal que se mantenga siempre la misma.

Colocadas así las señales en la campana de 10 en 10 pulgadas, se traza en ella una graduacion con una punta de diamante. Lo mismo se pueden graduar otros tubos de cristal para el azogue; pero las divisiones de estos deben ser de pulgada en pulgada, ó de *décima en décima* de pulgada, y el frasquito que sirva de término de comparacion ha de contener exâctamente 8 onzas, 6 ochavas y 25 granos de azogue, que es igualmente el peso de una pulgada cúbica.

Este método de determinar los volúmenes del ayre tiene la ventaja de no exîgir ninguna correccion para la diferencia de alturas entre el nivel del agua interior de la campana y el del baño; pero es indispensable hacer las correcciones, respecto á las alturas del barómetro y del termómetro. Al contrario quando se determina el volúmen del ayre por el peso del agua contenida hasta las señales E F, es necesario corregir la diferencia de los niveles del fluido interior y exterior de la campana,

como lo explicaré en el §. V de este capítulo.

§. IV.

Del modo de separar unas de otras las diferentes especies de gases.

En el párrafo anterior se ha hablado solamente de uno de los casos mas sencillos, que es quando se quiere determinar el volúmen de un gas puro, y que no puede absorber el agua; pero la experiencia ofrece por lo regular otros resultados mas complicados, obteniéndose al mismo tiempo tres ó quatro especies de gases diferentes. Voy á dar una idea del modo como se consigue separarlos.

Supongo que tengo dentro de la campana A lám. IV fig. 3 una cantidad A E F de diferentes gases mezclados entre sí, y contenidos por el mercurio: se señala primeramente con tiras de papel, como se dixo en el párrafo anterior, la altura del mercurio, y en seguida se traslada á la campana una corta porcion de agua, por exemplo, una pulgada cúbica. Ahora si en la mezcla de gases hay gas ácido muriático ó gas ácido sulfuroso, al instante habrá una absorcion muy considerable, por ser estos ácidos, y particularmente el muriático, muy absorbibles por el agua. Si la pulgada de agua que se ha introducido no ocasiona sino una corta absorcion, igual apenas á su volúmen, se concluirá que la mezcla no contiene gas ácido muriático ni sulfuroso, ni aun gas amoniacal; pero se debe sospechar desde luego que contiene gas ácido carbónico, porque efectivamente el agua no absorbe de este gas sino un volúmen casi igual al suyo. Para salir de la duda se introduce en la campana álkali cáus-

tico líquido: si hay ácido carbónico, se notará una absorcion lenta, que durará muchas horas; pues el ácido carbónico se combinará con el álkali cáustico ó la potasa; y lo que quede despues, apenas contendrá parte alguna de él.

En cada experimento de estos se tendrá cuidado de pegar con engrudo las señales de papel sobre la campana A', y la altura donde quede el mercurio, y barnizarlas luego que se sequen, para que no se despeguen al introducirlas en el agua. Tambien es necesario tener una apuntacion de la diferencia de nivel entre el mercurio de la campana y el del baño, y de la altura del barómetro, y del grado del termómetro.

Absorbidos por medio del agua y de la potasa todos los gases capaces de absorcion, se introducirá agua en la campana para desalojar todo el azogue: se cubrirá el azogue del baño, como dixe anteriormente, con cerca de dos pulgadas de agua, y se trasladará igualmente la campana al baño pneumatoquímico de agua, donde se determinará la cantidad de gas ó ayre restante, pasándole á una campana graduada. Hecho esto, se recogerán pruebas de este residuo en unos vasitos cilındricos, y por algunos experimentos preliminares se pasará á indagar quales son los gases en qüestion. Por exemplo, en uno de estos vasitos lleno de gas se introducirá una vela encendida, como se ve representado en la lám. V fig. 8. Si la luz no se apaga, es señal que contiene gas oxígeno, y aun se podrá juzgar si tiene mas ó menos porcion de este gas que el ayre atmosférico por el mayor ó menor resplandor de la luz. Si se apaga la luz, se podrá presumir con mucho fundamento que la mayor parte de este residuo es gas azoe. Pero si al introducirse la luz se inflama el gas, y arde apaciblemente en la superficie

con una llama blanca, se concluirá que es gas hidrógeno puro: quando la llama es azul, es prueba que es gas hidrógeno carbonoso; y en fin si arde con ruido y detonacion, es una mezcla de gas oxîgeno é hidrógeno.

Se puede mezclar tambien con el mismo gas una porcion de gas oxîgeno; y si se notan vapores rutilantes y absorcion, se concluirá que contiene gas nitroso.

Estos conocimientos preliminares dan una idea de la calidad del gas y naturaleza de la mezcla; pero no bastan para determinar sus proporciones y cantidades: para esto es preciso recurrir á todos los auxîlios que presenta la análisis, para lo qual si se tienen ya algunos datos sobre que se debe caminar, es haber conseguido bastante. Supongo que se haya reconocido que el residuo que se va á exâminar es una mezcla de gas azoe y gas oxîgeno: para conocer su proporcion, se pasa una cantidad determinada, como de 100 partes, á un tubo graduado de 10 á 12 líneas de diámetro: en él se introduce sulfureto de potasa disuelto en agua, y se le dexa en contacto con el gas, y al cabo de algunos dias se absorbe todo el gas oxîgeno, quedando puro el azoe.

Si se ha reconocido que hay mezcla de gas hidrógeno, se traslada una cantidad del gas al eudiómetro de Volta: se mezcla con él una porcion de gas oxîgeno, y se le hace detonar con una chispa eléctrica: se vuelve á introducir nuevo gas oxîgeno, y se repite la detonacion, y se continúa de este modo hasta obtener la mayor diminucion posible de volúmen. En esta detonacion se forma agua, como ya se sabe, la que se absorbe al instante; pero si el gas hidrógeno contenia carbon, se forma al mismo tiempo ácido carbónico, que no se

absorbe con tanta prontitud, y cuya cantidad se conocerá facilitando su absorcion agitando el agua.

Si tiene en fin gas nitroso, se puede determinar tambien su cantidad, á lo menos con mucha aproxîmacion, por la diminucion de volúmen que resulta despues de haberle agregado gas oxîgeno.

Me contentaré con estos exemplos generales, porque bastan para dar una idea de este género de experimentos; y porque si se quisiese preveer todos los casos posibles, seria necesario gastar un volúmen entero. La análisis de los gases es un arte con el que es preciso familiarizarse; y como la mayor parte de ellos tienen afinidad entre sí, se debe confesar que no siempre podemos asegurar de haberlos separado completamente. En este caso se debe mudar de ruta, hacer de nuevo otros experimentos baxo otra forma, introducir algun nuevo agente en la combinacion, y separar otros hasta asegurarse de la verdad.

§. V.

De las correcciones que deben hacerse en el volúmen de los gases obtenidos en los experimenttos, por razon de la presion de la atmósfera.

Es una verdad dictada por la experiencia, que los fluidos elásticos en general son comprimibles en razon de los pesos con que estan cargados. Acaso padecerá esta ley alguna alteracion, quando se aproxîme al grado de presion capaz de reducirles al estado líquido, ó á un grado de dilatacion y compresion extrema; pero no nos acercamos á estos límites en la mayor parte de los gases que sometemos á la experiencia.

Quando digo que los fluidos elásticos son comprimibles en razon de los pesos con que estan cargados, se debe entender esta proporcion en los términos siguientes.

El barómetro, como todos saben, viene á ser un tubo A B C D, lám. XII, fig. 16, lleno de azogue en la parte A B C D, y de ayre en la otra B C D. Si suponemos mentalmente, prolongando indefinidamente el brazo B C D hasta lo alto de nuestra atmósfera, es evidente que el barómetro no es mas que una especie de balanza, un instrumento en el qual una columna de azogue se pone en equilibrio con otra columna de ayre. Pero es claro que es inútil para esto prolongar el brazo B C D hasta una altura tan grande, y que como el barómetro está rodeado de ayre, la columna de mercurio A B estará igualmente en equilibrio con otra columna de ayre atmosférico de igual diámetro, aun quando el brazo del tubo B C D esté cortado por C, y se quite la parte C D.

La altura media de una columna de mercurio capaz de equilibrarse con el peso de una columna de ayre, tomada desde lo alto de la atmósfera hasta la superficie de la tierra, es de 28 pulgadas de mercurio á lo menos en París, y aun en los parages mas baxos de esta ciudad: es decir, que en la superficie de la tierra en París está el ayre comprimido comunmente con un peso igual al de una columna de azogue de 28 pulgadas de altura. Y esto es lo que quise expresar, siempre que dixe, hablando de los diferentes gases, v. g. del gas oxîgeno, que el pie cúbico de este gas pesaba 1 onza y 4 ochavas baxo una presion de 28 pulgadas. Pero es de advertir que la altura de esta columna de mercurio se va disminuyendo á proporcion que

se aparta de la superficie de la tierra, ó hablando con mas rigor, de la línea de nivel formada por la superficie del mar; porque solo la columna del ayre superior al barómetro es la que se equilibra con el mercurio, siéndole nula la presion de toda la cantidad de ayre inferior al nivel en que está colocado dicho instrumento.

Pero ¿quál es la ley de descenso del barómetro á proporcion de su mayor altura? ó lo que es lo mismo, ¿qué ley siguen las varias capas de la atmósfera para disminuir su densidad? Este punto ha sido muy ventilado por los Físicos del último siglo, y sobre el qual ha dado muchas luces el siguiente experimento.

Si se toma un tubo de vidrio A B C D E, lámina XII, fig. 17, cerrado en E, y abierto en A, y se introduce en él algunas gotas de mercurio para interceptar la comunicacion entre los brazos A B y B E, es claro que el ayre contenido en la parte B C D E, con todo el que le rodea, sufrirá una presion igual al peso de una columna de azogue de 28 pulgadas. Pero si se echa mercurio en el brazo A B hasta la altura de 28 pulgadas, el ayre contenido en el brazo B C D E estará comprimido por un peso igual á dos columnas de mercurio de 28 pulgadas de altura cada una: por consiguiente en lugar de ocupar el volúmen total B E, ocupará solamente la mitad C E; y esto es lo que ha demostrado la experiencia. Añadiendo á esta primera columna de mercurio de 28 pulgadas de altura otras dos de las mismas 28 pulgadas cada una en el brazo A C, el ayre de la parte B C D E estará comprimido por quatro columnas de mercurio, igual cada una al peso de 28 pulgadas de mercurio; y solamente ocupará el espacio D E,

que es la quarta parte del volúmen que ocupaba al principio del experimento. De estos resultados, que se pueden variar hasta el infinito, se ha inferido la ley general, que parece aplicable á todos los fluidos elásticos: á saber, que sus volúmenes menguan en proporcion del peso con que estan cargados, ó en otros términos: *el volúmen de todo fluido elástico está en razon inversa del peso con que está comprimido.* Los experimentos que se han hecho para medir las montañas elevadas han confirmado plenamente la exâctitud de esta conseqüencia; y aun quando supongamos algunas diferencias, son tan sumamente cortas, que pueden considerarse del todo nulas en las operaciones químicas.

Bien entendida esta ley de la compresion de los fluidos elásticos, es fácil aplicarla á las correcciones que son indispensables hacer en el volúmen de los ayres ó gases en los experimentos pneumato-químicos. Son de dos géneros, unos relativos á la variacion del barómetro, y otros á las columnas de agua ó de mercurio contenidas en las campanas. Me explicaré con algunos exemplos, empezando por el caso mas sencillo.

Supongamos que se hayan obtenido 100 pulgadas de gas oxîgeno á 10 grados de temperatura, señalando el barómeto 28 pulgadas y 6 líneas. Aquí se ofrecen dos qüestiones: primera, quál es el volúmen que ocupan las 100 pulgadas baxo una presion de 28, en lugar de las 28 pulgadas y 6 líneas: segunda, quál es el peso de las 100 pulgadas de gas obtenido.

Para resolver estas dos qüestiones, llámase x el número de pulgadas cúbicas que ocuparian las 100 pulgadas de gas oxîgeno con una presion de

28 pulgadas; y supuesto que los volúmenes estan en razon inversa del peso que las comprimen, serán proporcionales 100 pulgadas : x : : $\frac{1}{285}$: $\frac{1}{280}$; por consiguiente $x = 101{,}786$. Es decir, que el ayre que ocupaba el espacio de 100 pulgadas cúbicas, baxo la presion de 28 pulgadas y 6 líneas de mercurio, ocupará 101,786 pulgadas baxo la presion de 28. Con igual facilidad se hallará el peso de las 100 pulgadas de ayre baxo una presion de 28 pulgadas y 6 líneas. Correspondiendo este peso á 101,786 pulgadas con una presion de 28 pulgadas; y que con esta presion, y á 10 grados del termómetro, la pulgada cúbica de gas oxîgeno pesa medio grano, se infiere claramente que las 100 pulgadas, baxo una presion de 28 pulgadas y 6 líneas, pesan 50,893 granos. La misma conseqüencia podria sacarse directamente con el siguiente raciocinio: estando los volúmenes del ayre, y en general de qualquiera fluido elástico, en razon inversa del peso que les comprime, resulta necesariamente que el peso de este mismo ayre debe aumentarse á proporcion del peso que le comprime. Y por consiguiente habiéndose manifestado que las 100 pulgadas cúbicas de gas oxîgeno pesan 50 granos con una presion de 28 pulgadas, para saber quanto pesarán con una presion de 28,5 pulgadas, formarémos la proporcion 28 : 50 : : 28,5 : x, de donde $x = 50{,}893$ granos.

Pasemos á otro caso algo mas complicado: supongamos que la campana A contiene en la parte superior A C D un gas qualquiera, lám. XII, fig. 18, que lo restante está lleno de mercurio por debaxo de C D, y que esta campana está sumergida en un baño G H I K con mercurio hasta la altura E F. Supongamos en fin que la diferente

altura C E, entre la altura del mercurio de la campana y la del baño, es de 6 pulgadas, siendo la altura del barómetro de 27 pulgadas y 6 líneas. Esto supuesto, es claro que el ayre contenido en el espacio A C D está comprimido por el peso de la atmósfera, menos el de la columna de mercurio C E; esto es, la fuerza que le comprime es igual á 27,5 pulgadas — 6 pulgadas, = 21,5 pulgadas. Luego este ayre está menos comprimido que el de la atmósfera á la altura media del barómetro: ocupa por consiguiente mayor espacio que el que deberia ocupar, y su diferencia es cabalmente proporcional á la diferencia del peso que le comprime: por manera que el espacio A B C se ha hallado que es de 120 pulgadas cúbicas: para reducir el volúmen del gas al que ocuparia con una presion de 28 pulgadas, seria preciso formar la proporcion siguiente: 120 pulgadas es al volúmen que se busca, que llamaré x, como $\frac{1}{21,5}$ es á $\frac{1}{28}$; de lo qual se deducirá $x = \frac{120 \times 21,5}{28} = 92,143$ pulgadas.

En esta especie de cálculos se puede reducir á líneas la altura del barómetro, como tambien la diferencia del nivel del mercurio interior y exterior de la campana, ó expresar uno y otro en fracciones decimales de pulgada: prefiero yo el último método, porque hace el cálculo mas corto y fácil; lo que no debe despreciarse en las operaciones que se repiten con freqüencia; por cuya razon he añadido al fin de esta tercera parte en el núm. IV una tabla de las fracciones decimales de pulgada correspondientes á las líneas y fracciones de línea: por medio de esta tabla será muy fácil reducir á

fracciones decimales de pulgada las alturas del mercurio obtenidas en líneas.

Siempre que se opere en el aparato pneumato-químico, se tienen que hacer unas correcciones de esta naturaleza; y para tener resultados exâctos, es preciso tambien atender á la diferencia de la altura del agua interior y exterior de la campana. Pero como la presion de la atmósfera se expresa en el barómetro por pulgadas y líneas, y por consiguiente por pulgadas y líneas de mercurio, y no se pueden sumar sino cantidades de una misma especie, es necesario reducir las diferencias de nivel expresadas en pulgadas y líneas de agua en una altura equivalente de mercurio. Para esto se tiene ya averiguado que el mercurio es 13,5681 veces mas pesado que el agua; y al fin de esta obra se hallará una tabla señalada con el núm. V, con cuyo auxîlio se hace pronta y fácilmenre esta reduccion.

§. VI.

De las correcciones relativas á los diferentes grados del termómetro.

No basta reducir los ayres ó gases á una presion constante, como es la de 28 pulgadas de mercurio, para averiguar su peso, sino que es indispensable reducirlos á una temperatura determinada; porque como los fluidos elásticos se dilatan por el calor, y se condensan por el frio, es evidente que varían de densidad, y que su peso no es constante en un volúmen dado. He preferido la temperatura de 10 grados para reducir á ella los ayres ó gases, así por ser un grado medio en-

tre los calores del estío, y los frios del invierno, como por ser la que se puede adquirir con mas facilidad en todas las estaciones del año, y por ser en fin la temperatura regular de los subterráneos.

Mr. de Luc ha averiguado que el ayre de la atmósfera aumentaba $\frac{1}{215}$ de su volúmen por cada grado del termómetro de mercurio, dividido en 81 grados desde la congelacion hasta el agua hirviendo, lo que equivale á $\frac{1}{211}$ en cada grado, estando dividido el termómetro de mercurio en 80 partes. Los experimentos de Mr. Monge parece que indican que el gas hidrógeno es capaz de una dilatacion algo mayor, pues la halló ser de $\frac{1}{180}$. No tenemos todavia experimentos bastante exâctos, respecto á los demas gases, ó á lo menos los que hay no se han publicado hasta ahora. Segun las tentativas que se han hecho parece que su dilatacion varía poco de la del ayre comun, y creo pueda suponerse que el ayre de la atmósfera se dilata $\frac{1}{210}$ por cada grado del termómetro; y $\frac{1}{190}$ el gas hidrógeno; pero como hay alguna incertidumbre sobre estos resultados, es preciso, en quanto sea posible, no operar sino en una temperatura poco distante de 10 grados, porque entonces los errores que se pueden cometer en las correcciones relativas al grado del termómetro, no son de ninguna conseqüencia.

El cálculo necesario para estas correcciones es sumamente fácil: se reduce á dividir el volúmen del ayre obtenido por 210, y multiplicar el número hallado por el número de grados del termómetro, superior ó inferior á los 10 grados. Esta correccion es negativa sobre 10 grados, y positiva baxo ellos, y el resultado es el volúmen efectivo del ayre en la temperatura de 10 grados. Se pue-

den abreviar y facilitar mucho todos estos cálculos por medio de las tablas de los logaritmos.

§. VII.

Modelo del cálculo para las correcciones relativas al grado de presion y de temperatura.

Despues de haber indicado el método de determinar el volúmen de los ayres ó gases, y de hacer en él las correcciones relativas á la presion y temperatura, daré un exemplo de uno de los casos mas complicados que puedan ocurrir, para manifestar mejor el uso de las tablas que se hallan al fin de esta obra.

Exemplo.

En una campana A, lám. IV fig. 3, se encerró una cantidad de ayre A E F, cuyo volúmen era el de 353 pulgadas cúbicas. Este ayre estaba contenido por la columna de agua E L de $4\frac{1}{2}$ pulgadas sobre el nivel del agua del baño: y en fin el barómetro se hallaba á las 27 pulgadas y 9 líneas y media de altura, y el termómetro á los 15 grados.

Se quemó en este ayre una sustancia qualquiera, v. gr., fósforo, cuyo resultado es el ácido fosfórico, que lejos de permanecer en el estado de gas, se mantiene al contrario en el estado concreto. Al cabo de la combustion el ayre restante ocupaba un volúmen de 295 pulgadas: la altura del agua en lo interior de la campana era de 7 pulgadas sobre la del baño; y el barómetro se hallaba á 27 pulgadas $9\frac{1}{4}$ líneas, y el termómetro á 16 grados.

Esto supuesto, se pide determinar qual es el volúmen del ayre antes y despues de la combustion, y el de la parte absorbida.

Cálculo antes de la combustion.

El ayre contenido en la campana ocupaba un volúmen de 353 pulgadas.

Pero su presion era solamente la de una columna de 27 pulgadas y $9\frac{1}{2}$ líneas, ó segun la tabla de pulgadas núm. IV en fracciones decimales. 27,79167 pulg.

y ademas hay que restar la diferencia del nivel, que es $4\frac{1}{7}$ pulgadas de agua, y segun la tabla núm. V corresponden en mercurio á. 0,33166

Luego la presion efectiva que comprime este ayre será igual á 27,46001

Como el volúmen de los fluidos elásticos en general se disminuye en razon inversa del peso que los comprime, es claro, segun lo que hemos dicho anteriormente, que para tener el volúmen de las 353 pulgadas baxo una presion de 28 pulgadas, debemos formar la proporcion 353 pulgadas $: x :: \frac{1}{27,46001} : \frac{1}{28}$. De donde se concluirá: $x = \frac{353 \times 27,46001}{28} = 346,192$ pulgadas; y este es el volúmen que hubiera ocupado el mismo ayre baxo una presion de 28 pulgadas. La 210.ª parte de este volúmen es igual á 1,650 pulgadas, que respecto á los 5 grados superiores al 10 del termómetro, equivale á 8,255 pulgadas; y como esta cantidad se debe restar de la anteriormente hallada, se infiere que el

verdadero volúmen del ayre antes de la combustion era de 337,942 pulgadas.

Cálculo despues de la combustion.

Haciendo el mismo cálculo sobre el volúmen del ayre despues de la combustion, se hallará que la presion era entonces de 27,77083 pulgadas — 0,51593 pulgadas = 27,25490 pulgadas. Y para tener el volúmen del ayre á 28 pulgadas de presion, será preciso multiplicar 295 pulgadas, volúmen hallado despues de la combustion por 27,25490 pulgadas, y partirle por 28, cuyo cociente 287,150 pulgadas será el volúmen corregido.

Ahora la 210ª parte de este volúmen es 1,368 pulgadas, las quales multiplicadas por 6 grados, dan para correccion negativa de la temperatura 8,208 pulgadas.

De donde resulta que hechas todas las correcciones, el volúmen del ayre despues de la combustion es de 278,942 pulgadas.

Resultado.

El volúmen del ayre despues de la combustion, hechas todas las correcciones, es el de.	337,942 pulg.
Despues de la combustion el de.	278,942
Por consiguiente, la cantidad de ayre absorbida en la combustion del fósforo es la de.	59,000

§. VIII.

Del modo de medir el peso absoluto de los diferentes gases.

En todo lo que acabo de exponer sobre el modo de medir el volúmen de los gases, y de hacer todas las correcciones relativas al grado de presion y de temperatura, he supuesto que se conocia su peso específico, y que de él se podia inferir su peso absoluto: me resta dar una idea de los medios, por los quales se puede llegar á este conocimiento.

Se toma un recipiente grande A, lámina V, figura 10, de medio pie cúbico de capacidad, ó lo que es lo mismo de 8½ á 9 azumbres á lo menos: sujétese con betun ó argamasa en él una virola de cobre *bc de*, á la qual á tornillo se ajusta en *de* una *platina* con su llave *fg*. Todo esto se coloca por medio de una tuerca doble fig. 12 sobre una campana B C D, que quepa algunas azumbres mas que el recipiente de cristal. Esta campana está abierta por la parte superior, y guarnecido su cuello con una virola de cobre *hi*, y una llave *lm*, representada separadamente en la fig. 11.

La primera operacion es determinar la capacidad del recipiente llenándole de agua, y pesándole para conocer su cantidad. Luego se vacia el agua, y se seca el recipiente con un lienzo que se introduce por la abertura *de*; y los últimos vestigios de humedad se disipan despues que se ha hecho el vacío una ó dos veces en el recipiente. Quando se quiera determinar el peso de un gas, atornillese el recipiente A por debaxo de la llave *fg*,

sobre la platina de la máquina pneumática. Se abre esta llave, y se extrae el ayre todo lo posible, teniendo mucho cuidado con el descenso del barómetro de prueba. Hecho el vacío, se cierra la llave: se pesa el recipiente con mucha exâctitud, y se vuelve á atornillar sobre la campana B C D, que se supone colocada sobre la mesilla del baño A B C D, lám. V fig. 1. Se introduce en esta campana el gas que se quiere pesar, y abriendo las llaves *fg*, *lm*, el gas de la campana pasa al recipiente A, y al mismo tiempo vuelve á subir el agua en la campana B C D. Si se quiere evitar una correccion embarazosa, se introducirá la campana en el baño hasta que el agua interior y exterior estén á un mismo nivel. Despues se cierran las llaves, se destornilla el recipiente, y se vuelve á pesar. Restando de su peso el que tenia despues de hecho el vacío, se tendrá el del ayre ó gas que contiene; y multiplicándolo por 1728 pulgadas, y partiendo el producto por el número de pulgadas cúbicas que tiene la capacidad del recipiente, se tiene el peso del pie cúbico del gas que se ha puesto en experimento.

En estos cálculos es necesario atender á la altura del barómetro y á los grados del termómetro; pues con estos datos es muy fácil reducir despues el peso del pie cúbico hallado al que tendria el mismo gas á las 28 pulgadas de presion, y á los 10 grados del termómetro: el método de calcular esta operacion se ha manifestado ya en el párrafo anterior.

Tambien es preciso contar con la corta porcion de ayre que queda en el recipiente despues de hecho el vacío, la que es fácil valuar por la altura á que se ha sostenido el barómetro de prueba. Por exem-

plo, si esta altura es una centésima parte de la total del barómetro, se concluirá que quedó una centésima parte de ayre en el recipiente, y el volúmen del gas que se habia introducido en él, no seria realmente mas que $\frac{99}{100}$ del volúmen total del recipiente.

CAPITULO III.

De los aparatos relativos á la medida del calórico.

Descripcion del colorímetro.

El aparato de que voy á dar una idea, está descripto en una Memoria que publicamos Mr. de la Place y yo en la coleccion de la Academia año de 1780 pág. 335, y así lo que se dirá en este artículo no será mas que un extracto de dicha Memoria.

Si despues de haber enfriado qualquiera cuerpo hasta cero del termómetro, se le coloca en una atmósfera, cuya temperatura sea de 25 grados sobre el término de congelacion, se irá calentando insensiblemente desde su superficie hasta el centro, y se acercará poco á poco á la temperatura de 25 grados, que es la del fluido que le rodea.

Pero no sucederá así á una masa de hielo colocada en la misma atmósfera: nunca se acercará á la temperatura del ayre que la rodea, sino que permanecerá constantemente en cero, esto es, en la temperatura del hielo que se derrite, hasta que se haya derretido el último átomo de hielo.

Fácilmente se percibe la razon de este fenómeno: para derretir el hielo y convertirle en agua, es preciso que se le combine una cierta porcion de calorico: por consiguiente todo el colórico de los cuerpos que rodean al hielo, se detiene y emplea en derretir sus superficies: despues de derretida la primera capa, la nueva cantidad de calórico que sobreviene derrite la segunda, y se combina con ella para convertirla en agua, y así sucesivamente de capa en capa, hasta llegar al último átomo de hielo que estará aun en cero del termómetro, porque el calorico no ha podido llegar allí.

Imagínese pues una esfera hueca de hielo á la temperatura de cero del termómetro, colocada en una atmósfera, cuya temperatura sea de 10 grados, por exemplo, sobre la congelacion, y que se introduce en ella un cuerpo que tenga algunos grados de calor, se inferirán las dos conseqüencias siguientes: 1.ª que el calor exterior no penetrará en lo interior de la esfera: 2.ª que el calor del cuerpo colocado en lo interior de ella, no se perderá exteriormente, sino que se detendrá en la superficie interior de la esfera, en donde estará continuamente empleado en derretir nuevas capas de hielo, hasta que la temperatura del cuerpo llegue á cero del termómetro.

Si se recoge con cuidado el agua formada en lo interior de la esfera del hielo, quando la temperatura del cuerpo colocado en su interior haya llegado á cero del termómetro, su peso será exâctamente proporcional á la cantidad de calórico que haya perdido este cuerpo, pasando desde su temperatura primitiva á la del hielo fundente; porque es claro que una cantidad doble de calórico debe derretir doble cantidad de hielo, de suer-

te que la cantidad derretida de hielo es una medida exâcta del calórico empleado en producir este efecto.

Para dar á entender mejor el método que hemos empleado en este género de experimentos, cuya primera idea fue de Mr. de la Place, solamente hemos considerado lo que sucede en una esfera de hielo. Pero como seria dificil el poder conseguir semejantes esferas, y tendrian muchos inconvenientes en la práctica, lo hemos suplido con el siguiente aparato, que llamaré calorimetro. Es cierto que me expongo á una crítica, de algun modo fundada, por haber reunido en esta voz dos denominaciones; la una derivada del latin, y la otra del griego; pero he creido que en las ciencias puede permitirse alguna licencia en la pureza del lenguage, para lograr mayor claridad en las ideas; y en efecto no hubiera podido emplear una palabra compuesta, tomada enteramente del griego, sin exponerme á confundir el nombre de este instrumento con el de otros conocidos, y cuyo uso y objeto es del todo diferente.

La fig. 1 de la lám. VI representa la perspectiva del calorimetro: la fig. 2 de la misma lámina representa su plano, y la fig. 3 el perfil que manifiesta todo su interior. La capacidad de este aparato está dividida en tres partes, y para mayor inteligencia las distinguiré con los nombres de *capacidad interior*, *capacidad media*, y *capacidad exterior*. La capacidad interior *ffff*, fig. 3 lám. VI se compone de una red de alambre sostenida por algunos pies de hierro; y en ella se colocan los cuerpos con que se hace el experimento: su parte superior L M se cubre con una tapa G H, representada separadamente en la fig. 4. Está ente-

ramente abierta por arriba, y por debaxo tiene un enrejado de alambre.

La capacidad media *b b b b* fig. 2 y 3, sirve para contener el hielo que debe rodear la capacidad interior, y al que ha de derretir el calórico del cuerpo que se pone en experimento: este hielo está sostenido por una parrilla de hierro *m m*, baxo la qual hay un tamiz *n n*: uno y otro estan representados separadamente en las fig. 5 y 6. A proporcion que el hielo se derrite por el calórico que se desprende del cuerpo colocado en la capacidad interior, corre el agua al traves de la parrilla y del tamiz, y cae por el cono *c e d* fig. 3, y por el tubo *x y*, y se recoge en la vasija F fig. 1 colocada debaxo de la máquina: *u* es una llave para impedir que caiga el agua quando se tenga por conveniente. En fin en la capacidad exterior *a a a a* fig. 2 y 3 se pone el hielo, que ha de impedir el efecto del calor del ayre exterior y de los cuerpos que le rodean: el agua que resulta de este hielo derretido, sale por el tubo S I, que puede abrirse y cerrarse por medio de la llave *r*. Toda la máquina está cubierta con la tapa F F fig. 7, abierta por toda la parte superior, y cerrada por la inferior; es de hoja de lata pintada al óleo para que no se enmohezca.

Para usar del calorimetro se llenan de hielo machacado la capacidad media *b b b b*, la tapa G H de la capacidad interior, la capacidad exterior *a a a a*, y la tapa E F fig. 7 de toda la máquina. Se la aprieta bien para que no queden huecos, y se dexa gotear el hielo interior: se abre despues la máquina para introducir el cuerpo que se quiere poner en experimento, y se vuelve á cerrar al instante. Se espera que el cuerpo se haya enfriado

enteramente, y que haya goteado todo el hielo derretido, y se pesa el agua que se ha recogido en la vasija F fig. 1: su peso es una medida exâcta de la cantidad de calórico desprendida del cuerpo, mientras se ha enfriado; porque es claro que este cuerpo se halla en la misma posicion que en el centro de la esfera de que acabamos de hablar, y que todo el calórico que de él se desprende se detiene en el hielo interior; y este se liberta de la impresion de qualquier otro calor por medio del hielo que hay en la tapa y en la capacidad exterior.

Estos experimentos duran 15, 18 y 20 horas: y algunas veces para abreviarlos se echa hielo en la capacidad interior, con el qual se cubren los cuerpos que se quieren enfriar.

La fig. 8 representa un caldero de chapa de hierro destinado para contener las sustancias, con las quales quiere hacerse experimentos: tiene una tapa agujereada en el medio, donde se pone un tapon de corcho atravesado por el tubo de un termómetro pequeño.

La fig. 9 de la misma lámina representa un matraz de vidrio con su tapon, atravesado tambien por el tubo de otro termómetro pequeño, y cuyo globo y parte del tubo estan metidos en el liquido: es preciso valerse de estos matraces siempre que se trate de ácidos, y generalmente de todas las sustancias que pueden tener alguna accion sobre los metales.

R S fig. 10 es un pequeño cilindro hueco que se coloca en el fondo de la capacidad interior para sostener los matraces.

Es muy esencial que no haya ninguna comunicacion entre la capacidad media y la exterior de

esta máquina, lo que se reconoce fácilmente llenando de agua la capacidad exterior. De lo contrario el hielo que derritiese la atmósfera, cuyo calor obra sobre lo que cubre la superficie de la capacidad exterior, podria pasar á la capacidad media, y entonces el agua que se separase de esta última, no seria la medida del calórico que perdiese el cuerpo con que se hace el experimento.

Quando la temperatura de la atmósfera es superior á cero en algunos grados, su calor llegará con mucha dificultad á penetrar hasta la capacidad media, por impedírselo el hielo de la tapa y de la capacidad exterior; pero si la temperatura exterior fuese inferior á cero, la atmósfera podria enfriar el hielo interior; por lo que es preciso operar en una atmósfera, cuya temperatura no sea inferior á cero: y por esta razon en tiempo de heladas se pondrá la máquina en una pieza caliente. Tambien es necesario que el frio del hielo no sea inferior á cero; y si lo fuese, se deberá machacar, extenderlo en capas muy delgadas, y tenerlo así por algun tiempo en un parage, cuya temperatura sea superior á cero.

El hielo interior retiene siempre una corta porcion de agua unida en su superficie, y acaso podria creerse que esta agua debe entrar en el resultado de los experimentos; pero es preciso observar que desde el principio de cada experimento, el hielo se halla ya embebido de toda el agua que de esta manera puede retener; de suerte que si una parte del hielo derretido por el cuerpo queda adherido al hielo interior, la misma cantidad con corta diferencia del agua primitivamente adherida á la superficie del hielo debe desprenderse y caer en la vasija; porque la superficie del hielo in-

terior varía muy poco en el experimento.

Por mas precauciones que tomamos para que el ayre exterior no penetrase en la capacidad interior, no nos fue posible lograrlo, quando la temperatura de dicho ayre era de 9 á 10 grados sobre la congelacion. Como en este caso el ayre encerrado en esta capacidad es específicamente mas pesado que el exterior, se sale por el tubo *x y* fig. 3, y le reemplaza el ayre exterior que entra en el calorimetro, depositando parte de su calórico en el hielo interior; de este modo se establece en la máquina un corriente de ayre tanto mas rápido quanto mas elevada es la temperatura exterior, lo que derrite continuamente una porcion del hielo interior: cerrando la llave se puede contener en gran parte este efecto; pero vale mas no hacer el experimento, sino quando la temperatura exterior no pasa de 3 á 4 grados, pues hemos observado que en este caso es casi insensible la cantidad de hielo derretida por la atmósfera, de suerte que con esta temperatura podemos salir garantes de la exâctitud de nuestros experimentos acerca de los calores especificos de los cuerpos con la diferencia de $\frac{1}{40}$.

Hemos hecho construir dos máquinas semejantes á la que acabo de describir; la una para los experimentos en que no hay necesidad de renovar el ayre exterior, y la otra para quando es indispensable esta renovacion, como son los experimentos sobre la combustion y respiracion. Solamente se diferencian en que las dos tapas de la última tienen dos agujeros por los quales pasan dos tubitos que sirven de comunicacion entre el ayre interior y exterior; y por este medio se puede introducir soplando ayre atmosférico en lo

interior del calorimetro para mantener en él las combustiones.

No hay cosa mas sencilla que el determinar con este instrumento los fenómenos que ocurren en las operaciones donde hay desprendimiento, y aun absorcion de calórico. ¿Quiere conocerse, por exemplo, el calórico que se desprende de un cuerpo sólido, quando se enfria hasta cierto grado? Se eléva su temperatura á 80 grados: se coloca despues en la capacidad interior *fffff* del calorimetro, lámina VII fig. 2 y 3, y se le dexa allí bastante tiempo para asegurarse que su temperatura ha llegado á cero del termómetro: se recoge el agua que ha resultado del hielo derretido mientras se enfria, y dividida esta cantidad de agua por el producto de la masa del cuerpo y del número de grados en que su temperatura primitiva excedia á cero, el cociente será proporcional á lo que los Físicos Ingleses han llamado *calor específico*. Por lo que mira á los fluidos se encierran en vasijas de qualquiera materia, cuyo peso específico se haya de antemano determinado: y luego se opera del mismo modo que con los sólidos, teniendo cuidado de restar de la cantidad total del agua derretida la parte que ha resultado del *enfriamiento* de la vasija en que estaba el fluido.

Si se quiere hallar la cantidad de calórico que se desprende de la combinacion de muchas sustancias, se tendrán bastante tiempo en hielo machacado, para que su temperatura sea igual á cero: se hará despues la mezcla de ellas dentro del calorimetro en una vasija tambien á cero, teniendo cuidado de conservarlas en él hasta que hayan llegado á la temperatura de cero; y la cantidad de agua derretida será la medida del caló-

rico desprendido por el efecto de la combinacion.

Con la misma facilidad se determinan las cantidades de calórico que se desprenden en las combustiones y en la respiracion de los animales: se queman los cuerpos combustibles en la capacidad interior del calorimetro, ó se dexan respirar en ella los animales, v. gr., conejos de Indias, que resisten bastante bien al frio, y se recoge el agua que cae; pero como en estas operaciones es indispensable la renovacion del ayre, se hará entrar continuamente nuevo ayre en lo interior del calorimetro por un tubito destinado á este efecto, y hacerle salir por otro; y para que la introduccion de este ayre no cause ningun error en los resultados, se hace pasar el primer tubo al traves del hielo machacado, á fin de que llegue á la temperatura de cero en la capacidad interior del calorimetro. El otro tubo por donde sale el ayre debe igualmente atravesar otra porcion de hielo machacado; pero esta debe estar comprehendida en lo interior de la capacidad *ffff* del calorimetro, y el agua que fluya debe unirse á las demas; porque el calórico que contenia el ayre antes de salir, hace parte del producto del experimento.

Algo mas dificil de averiguar es la cantidad específica de calórico contenida en los diferentes gases, á causa de su poca densidad; porque si se contentase con encerrarlos en vasijas como los demas fluidos, seria tan corta la cantidad de hielo derretida, que el resultado del experimento seria por lo menos muy incièrto. Por esta razon hemos usado para este género de experimentos de dos especies de serpentines ó tubos metálicos en forma espiral: el primero de los quales metido en una vasija de agua hirviendo, servia para calentar el ayre

ántes que llegase al calorimetro, y el segundo estaba encerrado en la capacidad interior *fffff* de este instrumento. Un termómetro adaptado á uno de los extremos del último serpentin indicaba el calor del ayre ó del gas que entraba en la máquina; y otro puesto en el otro extremo del mismo serpentin señalaba el calor del ayre ó gas á su salida.

De este modo hemos podido determinar el hielo que derretia qualquiera masa de los diferentes ayres ó gases al enfriarse hasta cierto número de grados, y apreciar el calor específico. Con algunas precauciones particulares se puede emplear el mismo método para averiguar la cantidad de calórico que se desprende de la condensacion de los vapores de diferentes líquidos.

Los varios experimentos que pueden hacerse con el calorimetro no dan resultados absolutos, sino cantidades relativas; así era preciso escoger una unidad que pudiese formar el primer grado de una escala, con la qual se llegasen á expresar todos los demas resultados. Tenemos esta unidad en la cantidad de calórico necesaria para derretir una libra de hielo; y como para este efecto se necesita una libra de agua calentada á 60 grados del termómetro de mercurio dividido en 80 partes desde el hielo hasta el agua hirviendo, la cantidad de calórico que expresa nuestra unidad, es la que se necesita para elevar el agua desde cero hasta 60 grados.

Determinada esta unidad, solo se trata el expresar en valores análogos las cantidades de calórico que se desprenden de los diferentes cuerpos, quando se enfrian hasta cierto número de grados, y esto se consigue haciendo el cálculo siguiente,

que he aplicado á uno de nuestros primeros experimentos.

Tomamos unos trozos de planchas de hierro que pesaban 7 libras, 11 onzas, 2 ochavas y 36 granos, ó en fracciones decimales de libra 7,7070319; y arrolladas las metimos en un baño de agua hirviendo, donde recibiéron hasta cerca de 70 grados de calor: las sacamos del agua, y las metimos con prontitud en la capacidad interior del calorimetro. Al cabo de 11 horas que estuvo fluyendo el agua que se derretia del hielo interior, hallamos que pesaba 1 libra, 5 ochavas y 4 granos = 1,109795 de libra. Luego si el calórico desprendido de las planchas de hierro por un enfriamiento de 78 grados, ha derretido 1,109795 de libra de hielo, para hallar el que producirá un enfriamiento de 60 grados, formarémos la proporcion 78 : 1,109795 : : 60 : x = 0,85369; y partiendo esta cantidad por el número de libras que pesaban las planchas de hierro, esto es, por 7,7070319 de libra, la cantidad del hielo que podrá derretir la dicha libra de planchas de hierro, pasando desde 60 grados hasta cero, será igual á 0,110770 de libra. El mismo cálculo se aplica á todos los cuerpos sólidos.

En quanto á los fluidos, como el ácido sulfúrico, el nítrico, &c. se les encierra en un matraz representado lám. VI fig. 9, el qual está tapado con un corcho atravesado por un termómetro, cuyo globo se introduce en el licor; se coloca este matraz en un baño de agua hirviendo, y quando se juzga por el termómetro que el licor ha recibido un grado conveniente de calor, se saca el matraz y se coloca en el calorimetro. Se hace un cálculo semejante al anterior; pero teniendo cui-

dado de deducir de la cantidad de agua producida, la que pudo derretir el matraz, que es preciso determinar de antemano separadamente. No se pone aquí la tabla de los resultados que hemos obtenido, por no haberla podido concluir por varias circunstancias que han ocurrido; pero no perderemos de vista este punto, y no hay invierno en que no nos dediquemos mas ó menos á este trabajo.

CAPITULO IV.

De las operaciones puramente mecánicas, cuyo objeto es dividir los cuerpos.

§. I.

De la trituracion, de la porfirizacion ó levigacion, y de la pulverizacion.

La trituracion, la porfirizacion ó levigacion, y la pulverizacion no son propiamente hablando sino unas operaciones preliminares mecánicas, cuyo objeto es dividir, separar y reducir á partículas muy finas las moléculas de los cuerpos. Pero por muy adelante que se quieran llevar estas operaciones, jamas pueden reducir un cuerpo á sus partículas primitivas y elementales, y aun realmente no rompen su agregacion, de suerte que cada molécula, despues de la trituracion y porfirizacion, forma un todo semejante á la masa primitiva que se queria dividir, á diferencia de las operaciones verdaderamente químicas, como es la disolucion, que destruye la agregacion del cuerpo, desviando unas de otras sus moléculas constitutivas é integrantes.

Siempre que se trata de dividir cuerpos frági-

les y quebradizos se usa de almireces ó morteros y manos, fig. 1, 2, 3, 4 y 5, lám. I. Estos almireces son de cobre fundido, y de hierro colado, como el representado en la fig. 1: los morteros son de mármol y de granito ó piedra berroqueña fig. 2; ó de madera de palo santo, fig. 3; ó de vidrio, fig. 4; ó de ágata, fig. 5. Tambien los hay en fin de china ó porcelana, como el de la fig. 6. Las manos que se usan para triturar los cuerpos son tambien de diferentes materias: las hay de hierro ó de cobre forjado, como en la fig. 1: de madera fig. 2 y 3; y de vidrio, porcelana ó ágata, segun la naturaleza de los cuerpos que se quieren pulverizar; y un laboratorio debe estar provisto de estos instrumentos de diferentes tamaños. Los morteros de porcelana, y particularmente los de vidrio, no deben usarse en la trituracion propiamente dicha, porque no podrian resistir á un golpeo contínuo y repetido: con ellos se consigue hacer la division, frotando con destreza las moléculas del cuerpo entre la mano y las paredes interiores del mortero.

La forma de los morteros tambien pide alguna atencion: el fondo debe ser esférico, y las paredes interiores inclinadas, de modo que las sustancias pulverizadas caigan por sí solas al fondo, quando se levanta la mano: un mortero demasiado chato seria defectuoso, porque no caeria, ni se mezclaria bien la sustancia: las paredes muy inclinadas tendrian el inconveniente de dexar caer gran porcion de materia baxo la mano; no seria entonces contundida, ni bien comprimida entre estos dos cuerpos duros, y el demasiado volúmen se opondria á la pulverizacion.

En virtud del mismo principio, no debe echarse en el mortero mucha cantidad de materia; y

sobre todo es necesario, en quanto sea posible, desembarazarse de quando en quando con un tamiz de las moléculas ya pulverizadas, de cuya operacion trataremos bien pronto. Sin esta precaucion se emplearia una fuerza inútilmente, y se perderia tiempo en continuar dividiendo lo que lo estaba suficientemente, al paso que se dexaria de pulverizar otra parte que lo necesitaba. En efecto la porcion de sustancia dividida impide la trituracion de la no dividida, porque se introduce entre la mano y el almirez, y minora el efecto del golpeo.

La porfirizacion ha tomado este nombre de la sustancia sobre la qual se executa. Por lo comun se tiene una mesa plana de pórfido, ó de otra piedra de igual dureza, A B C D, lám. 1 fig. 7, sobre la qual se extiende la sustancia que se quiere dividir: se la leviga despues, y se la atenúa pasando sobre el pórfido la moleta M de una piedra igualmente dura. La parte de la moleta que se apoya sobre el pórfido no debe ser perfectamente plana, sino un segmento de esfera de mucho diámetro; porque de lo contrario, al pasarla sobre el pórfido, se colocaria toda la materia al rededor del círculo que describiese, sin quedar nada entre las dos, y no habria porfirizacion ó levigacion. Por lo mismo es necesario picar de quando en quando las moletas, que se van haciendo planas conforme al uso que se hace de ellas. Siendo el efecto de la moleta desviar continuamente la sustancia, y llevarla hácia los extremos de la mesa de pórfido, es preciso atraerla continuamente hácia el centro con un cuchillo de hierro, asta ó marfil de una hoja muy delgada.

Para los trabajos en grande se prefieren unas muelas grandes de piedra dura, que ruedan una

sobre otra, ó una muela vertical, que rueda sobre otra horizontal. En todos casos es preciso humedecer algo la materia de quando en quando, para que no se disipe en polvo.

Hay algunos cuerpos que no pueden reducirse á polvo ni con el almirez, ni con el pórfido, ni con la muela, tales son todas las materias muy fibrosas, como la madera; las que tienen una especie de tenacidad y elasticidad, como el asta de los animales, la goma elástica, &c.; y en fin los metales ductiles y maleables, que se extienden con la mano del almirez, en lugar de reducirse á polvo.

Se usa para las maderas de limas gruesas, lámina I fig. 8, que se conocen con el nombre de escofinas: para el asta de otras un poco mas finas, y aun de mas finas para los metales, como las representadas en las figuras 9 y 10.

Hay algunas sustancias metálicas que ni son bastante quebradizas para reducirlas á polvo por trituracion, ni bastante duras para poderlas limar cómodamente. En este caso se halla el zinc, el qual por su semi-maleabilidad no puede pulverizarse en el almirez; y si se le intenta limar, embota la lima llenando sus intersticios, é inutilizándola á poco tiempo.

Hay un medio sencillo para reducir á polvo este metal, y es machacarlo caliente en un almirez de hierro colado tambien caliente, y entonces se consigue triturarlo con facilidad: tambien se le puede hacer quebradizo, mezclándole un poco de mercurio. Los polvoristas, que emplean el zinc para hacer fuegos azules, se valen de uno de los dos métodos que acabamos de decir.

Quando no se intenta poner los metales en un

grande estado de division, se les puede reducir á granuja ó granalla, vaciándolos en el agua. Hay otro medio en fin para hacer la division, el qual se usa para las materias que son al mismo tiempo pulposas y fibrosas, como las frutas, las patatas, las raices, &c.: se las pasa por un rallo, lám. I fig. 11, apretándolas un poco, y se consigue reducirlas á pulpa: no daremos descripcion mas extensa de este instrumento, por ser bien conocido.

Es claro que se debe atender á la eleccion de las materias con que se hace la trituracion: el cobre debe desterrarse de todo lo que tiene relacion con los alimentos, con la Farmacia, &c.: los morteros y almireces de mármol y de metal, no deben emplearse para triturar sustancias ácidas; y así los morteros de madera muy dura, como los de palo santo, los de vidrio, de porcelana y de granito son muy cómodos en un laboratorio.

§. II.

De la tamizacion y de la locion.

Usese del método mecánico que se quiera para dividir los cuerpos, nunca se consigue llegar á dar igual grado de finura á todas sus partes. El polvo que se obtiene de la mas dilatada y exâcta trituracion, es siempre un agregado y mezcla de moléculas de diferentes tamaños; pero se pueden apartar las mas gruesas, y tener un polvo mas homogeneo, valiéndose de tamices, figuras 12, 13, 14 y 15, lám. I, por los quales solamente puedan pasar las moléculas del tamaño que se desea. Todo lo que excede en grueso á las dimensiones

de la malla, queda en el tamiz, y se vuelve á moler en el almirez.

En las figuras 12 y 13 estan representados dos de estos tamices: el uno es de cerda ó seda, fig. 12, y el otro de piel, fig. 13, el qual se llena de agujeros redondos, ó se pica con un sacabocados: de este último usan en las fábricas de pólvora. Quando hay que pasar por el tamiz sustancias muy ligeras, muy preciosas, y que se esparcen por el ayre con facilidad, ó bien quando pueden ser dañosas á los que las respiran, se usa de tamices compuestos de tres piezas, fig. 14 y 15, que son un tamiz propiamente dicho A B C D, fig. 15, una tapa E F, y un fondo G H: se ven estas tres partes unidas en la fig. 14.

Hay otro medio mas exâcto que el precedente, y es la locion; pero solamente se puede practicar con los cuerpos que no pueden ser disueltos ni alterados por el agua. Se deslien y agitan en el agua ó en qualquiera otro líquido las sustancias molidas que se desean tener reducidas á polvo de una finura homogénea, se dexan reposar un poco, y se decanta el líquido quando está aun turbio, y quedan en el fondo de la vasija las partes mas gruesas. Se decanta segunda vez, y queda otro depósito mas fino que el primero. Haciendo otra decantacion, se obtiene un tercer poso, cuya finura es á la del segundo, como la de este á la del primero, y se continúa de este modo, hasta que el agua se aclare; con lo qual el polvo grueso y desigual que se tenia al principio, se divide en una serie de sedimentos, los quales, cada uno en particular, son de un grado de finura poco mas ó menos homogénea. No solamente se usa de este medio para separar unas de otras las moléculas de

materias homogéneas, y que difieren únicamente por su mayor ó menor grado de division, sino tambien para separar las sustancias del mismo grado de finura, pero de diferente gravedad específica: esta operacion se hace particularmente en el beneficio de las minas.

En los laboratorios se usa para la locion de vasijas de diferentes formas, como barreños de tierra bien cocida, botes de cristal ó vidrio, &c.: algunas veces para decantar el líquido sin enturbiarlo, se usa de la cantimplora. Consiste este instrumento en un tubo de vidrio A B C, lám. III fig. 11, encorvado en B, y cuya parte B C debe tener algunas pulgadas mas de largo que la A B. Para evitar el tenerla en la mano, lo que seria embarazoso en algunos experimentos, se la pasa por un agujero hecho en medio de una tablita D E: su extremo A debe estar sumergido en el licor del bote de vidrio hasta aquella profundidad ó parte de esta vasija que quiera desocuparse.

Segun los principios hidrostáticos en que se funda el efecto de la cantimplora, el licor no puede correr por él hasta haber extraido todo el ayre contenido en su interior: esto se consigue por medio de un tubito de vidrio H I, soldado herméticamente al brazo B C. Así quando se quiere que el licor pase de una vasija á otra, como de B C á L M por medio de este instrumento, se tapa con el dedo el extremo C del brazo B C de la cantimplora; despues se chupa con la boca hasta que se haya extraido todo el ayre del tubo, y haya entrado en su lugar el licor: entonces se quita el dedo, y empieza á correr el licor, y continúa pasando desde el vaso F G al de L M.

§. III.

De la filtracion.

Hemos visto que la tamizacion es una operacion, por la qual se separan unas de otras las moléculas de diversos tamaños, pasando por el tamiz las mas finas, y quedando en él las mas gruesas.

El filtro pues no es otra cosa que un tamiz sumamente fino y tupido, por el qual no pueden pasar las partículas sólidas, por mas divididas que esten; pero que no obstante pueden penetrarle los líquidos: por manera que el filtro, propiamente hablando, es una especie de tamiz para separar las moléculas sólidas muy finas de un fluido, cuyas partículas son mas tenues.

Se usa para este efecto, particularmente en la Farmacia, de telas fuertes y muy tupidas, y por lo regular se prefiere la bayeta: tienen por lo comun la figura de un cono, lám. II, fig. 2, al que se da el nombre de manga con relacion á su figura. La figura cónica tiene la ventaja de reunir en un solo punto A todo el licor que corre, y de este modo se puede recoger en un frasco de boca muy estrecha; lo que no sucederia así, si colase el licor por muchos puntos. En los laboratorios grandes de Farmacia usan un bastidor de madera, llamado coladera, lám. II, fig. 1, de la qual se suspende la manga.

La filtracion ó coladura con manga solamente puede usarse en algunas operaciones de Farmacia; pero en la mayor parte de las operaciones químicas un mismo filtro no puede servir sino para experimentos de una misma naturaleza, y seria pre-

ciso tener una multitud de mangas, y lavarlas con mucho cuidado en cada operacion; por lo que se ha substituido otra tela muy comun y barata, que aunque muy delgada á la verdad, estando bien enfurtida, compensa con lo tupido lo que le podria faltar de grueso, y esta es el papel de estraza. No hay ningun cuerpo sólido, por muy dividido que esté, que pueda pasar por los poros de los filtros de papel, quando al contrario le atraviesan con mucha facilidad los fluidos.

El único inconveniente que hay en emplear el papel para filtros es que está expuesto á rasgarse con facilidad, particularmente estando mojado; pero esto se evita haciéndole varios dobleces: si hay que filtrar mucha porcion de fluido, se usa de una coladera de madera A B C D, lám. II fig. 3, con unas puntas ó corchetes de hierro: se pone esta coladera sobre dos banquillos, como se ve representado en la fig. 4, y se coloca sobre ella una tela ordinaria, estirándola medianamente, y enganchándola en las puntas ó corchetes de hierro. Se extiende sobre ella una ó dos hojas de papel, y se vierte encima la mezcla de las sustancias sólida y líquida que se quieren separar.

El fluido cae en la vasija F que se pone debaxo del filtro; y la tela que ha servido para esto, se lava ó muda quando se rezela que las moléculas con que puede impregnarse son perjudiciales á las operaciones subsigüientes.

En todas las operaciones regulares, y quando hay que filtrar poca cantidad de licor, se usa de embudos de vidrio, lám. II fig. 5, para contener y sostener el papel, al qual se le da la misma figura cónica del embudo; pero en este caso resulta el inconveniente de que en mojándose el papel, se

pega á la superficie del embudo, de tal suerte que el líquido no puede fluir sino por la punta del cono. Con esto no solamente se alarga la operacion, sino que como las materias heterogéneas que contiene el licor son por lo regular mas pesadas que el agua, se reunen en la punta del cono de papel, lo atascan, y cesa la filtracion, ó se hace cada vez mas lenta. Para remediar estos inconvenientes, que son mas graves de lo que se cree á primera vista, porque se repiten diariamente en el discurso de las operaciones químicas, se han intentado varios medios. Uno de ellos ha sido el de multiplicar los pliegues ó dobleces del papel, como se ve representado en la fig. 6, para que siguiendo el licor por los surcos que forman los dobleces, pueda llegar á la punta del cono: otro es el de interponer entre el embudo y el papel unas pajas largas, que se colocan en el embudo antes de poner el papel: en fin el medio que me parece mas ventajoso es tomar unas listas de vidrio, como son las que se encuentran en casa de todos los vidrieros, y se conocen con el nombre de recortaduras de vidrio, doblarlas por uno de sus extremos por medio de la lámpara de esmaltador; de modo que formen una especie de corchete que se ajuste al borde superior del embudo, y colocar así hasta seis ú ocho antes de poner el papel. Estas listas ó láminas de vidrio mantienen el filtro á la suficiente distancia de las paredes del embudo para que se haga la filtracion: con lo qual el licor corre por estas listas, y se junta en la punta del cono.

En la fig. 8 se ven representadas algunas de estas listas, y la fig. 7 representa un embudo de vidrio armado de ellas, y de un filtro de papel.

Quando hay que hacer al mismo tiempo mu-

chas filtraciones, es muy cómodo tener una mesa A B, lám. II fig. 3, sostenida por unos pies de madera A C B D, y con varios agujeros para colocar los embudos.

Hay algunas sustancias espesas y viscosas que no pueden penetrar el papel, y por consiguiente no pueden filtrarse si antes no han experimentado algunas preparaciones. Lo que se hace mas comunmente es batir una clara de huevo, desleirla en estos licores, y hacerles hervir. La clara se coagula y se reduce á espuma, y subiendo á la superficie del líquido, arrastra consigo la mayor parte de las materias viscosas que impedian la filtracion. Es preciso hacerlo así quando se quiere tener suero bien clarificado, pues de lo contrario seria dificil hacerle pasar por el filtro: el mismo efecto produce en los licores espirituosos un poco de cola de pescado desleida en agua: esta cola se coagula por la accion del alkool, sin necesidad de ponerla á calentar.

Es claro que una de las condiciones indispensables de la filtracion, es que el filtro no pueda ser disuelto ni corroido por el licor que se ha de filtrar; y así no se pueden filtrar por papel los ácidos concentrados.

Es cierto que poquísimas veces hay que hacer esta operacion, porque la mayor parte de los ácidos se obtienen por medio de la destilacion, y sus productos salen casi siempre claros. Pero si por algun accidente hubiese que filtrar ácidos concentrados, se usa entonces de vidrio molido, y aun mejor de quarzo ó de cristal de roca á medio moler. Se colocan en el fondo del embudo algunos de los pedazos mas gruesos para taparle en parte: encima de estos se ponen otros menores, y sobre estos se echa la porcion mas fina, y despues se llena el embudo con el ácido.

En los usos domésticos se suele filtrar el agua de los rios con arena de los mismos, para separar las sustancias heterogéneas que la enturbian. Esta arena reune muchas ventajas, que la hacen preferible para este uso: en primer lugar por constar de partículas redondas, ó cuyos ángulos estan á lo menos gastados, y los intervalos que dexan entre sí las moléculas de esta figura, dan paso al agua: en segundo, porque siendo estas moléculas de diversas magnitudes, y colocándose naturalmente las mas pequeñas entre las mayores, no quedan vacíos muy grandes por donde puedan pasar las sustancias heterogéneas: finalmente en tercero, porque estando arrastrada y lavada con el agua de los rios durante algunos años, se puede estar seguro que se halla despojada de toda sustancia soluble por el agua, y por consiguiente no puede comunicar cosa alguna al agua que se filtra por ella.

En todos casos siempre que un mismo filtro deba servir para mucho tiempo, es necesario tener cuidado de limpiarle, porque si no, se obstruiria, y no pasaria el líquido: esta operacion es muy sencilla en los filtros de arena, pues no hay mas que lavarla muchas veces con agua, hasta que salga clara.

§. IV.

De la decantacion.

La decantacion equivale á la filtracion, pues su objeto es tambien separar de un líquido las moléculas concretas que contenga. Para esto se dexa reposar el licor en vasijas, que regularmente son cónicas, y que tienen la figura de una copa, como el A B C D, lám. II fig. 10. En las fábricas de

cristal se hacen vasijas de esta figura, y de diferentes tamaños; quando pasan de azumbre ó azumbre y media, las suelen hacer sin pie C D E, y entonces se les adapta otro de madera: el cuerpo extraño se deposita en el fondo de estas vasijas por un reposo mas ó menos largo, y se obtiene el licor claro vertiéndole con cuidado por inclinacion: suponemos en esta operacion que el cuerpo que nada en el líquido es específicamente mas pesado que el mismo líquido, y susceptible de reunirse en el fondo; pero á veces la gravedad específica del sedimento se acerca de tal manera á la del líquido, y se acerca tanto del equilibrio, que al menor movimiento vuelven á mezclarse: en este caso en lugar de trasvasar el líquido, y separarle por decantacion, se usa de la cantimplora representada en la fig. 11, la qual tengo ya descrita anteriormente.

Siempre que se quiera determinar con toda exâctitud el peso de la sustancia precipitada, es preferible la decantacion á la filtracion, con tal que se tenga cuidado de lavar bien el precipitado: es cierto que se puede determinar el peso del precipitado separado por la filtracion, pesando el filtro antes y despues de la operacion, pues el aumento de peso que ha adquirido el filtro, es cabalmente el peso del precipitado que queda en él; pero quando se trata de cantidades pequeñas, el estar mas ó menos seco el filtro, y las varias proporciones de humedad que puede retener, inducen á muchos errores, que es importante evitar.

CAPITULO V.

De los medios que emplea la Química para separar las moléculas de los cuerpos sin descomponerlas, y recíprocamente para reunirlas.

He hecho ver anteriormente que hay dos modos de dividir los cuerpos: el primero, que he llamado division mecánica, consiste en reducir una masa sólida en otras infinitas masas mucho mas pequeñas: para lo qual se usa de la fuerza de los hombres, de la de los animales, del peso del agua aplicada á las máquinas hidráulicas, de la fuerza expansiva del agua reducida á vapor, como en las máquinas de fuego, del impulso del viento, &c. Pero todas estas fuerzas empleadas en dividir los cuerpos son mucho mas limitadas de lo que se cree comunmente. Con una mano de almirez de cierto peso que cae desde cierta altura, jamas se puede reducir á polvo una sustancia, sea la que fuere, sino hasta cierto grado de finura; y la misma molécula que parecia tan sutíl á nuestros órganos, es todavia una montaña, si es permitido usar de esta expresion, si se compara con las moléculas constituyentes y elementales del cuerpo que se divide. La diferencia que hay entre los agentes mecánicos y los químicos, es que los últimos dividen un cuerpo en sus moléculas primitivas. Si por exemplo es una sal neutra la que se expone á su accion, la division de sus partes, por grande que sea, nunca hará que cada partecilla que resulte, dexe de ser una molécula de sal. En este capítulo se darán algunos exemplos de esta especie de divi-

sion, y se añadirán algunos pormenores sobre las operaciones que les son relativas.

§. I.

De la solucion de las sales.

Se han confundido largo tiempo en la Química la solucion y la disolucion. Se ha comprehendido baxo un mismo nombre la division de las partículas de una sal en un fluido, tal como el agua, y la division de un metal en un ácido. Algunas reflexîones sobre los efectos de estas dos operaciones harán ver que es imposible confundirlas.

En la solucion de las sales, las partículas salinas estan simplemente desviadas unas de otras, sin que ni la sal ni el agua experimenten ninguna descomposicion, de suerte que se pueden encontrar ambas en la misma cantidad que antes de la operacion: lo mismo puede decirse de las resinas disueltas en el alkool y en los disolventes espirituosos. Pero en la disolucion de los metales siempre se descompone el ácido ó el agua. Se oxîgena el metal, y pasa al estado de óxîdo, y se desprende una sustancia aeriforme; de suerte, que propiamente hablando, ninguna de estas sustancias despues de la disolucion se halla en el mismo estado que antes: en este artículo solamente se tratará de la solucion.

Para comprehender bien lo que pasa en la solucion de las sales, es preciso saber que se complican dos efectos en la mayor parte de estas operaciones, y son solucion por el agua, y solucion por el calórico; y como de esta distincion depende la inteligencia de la mayor parte de los fenó-

menos relativos á la solucion, insistiré en ella para facilitar su inteligencia.

El nitrate de potasa, llamado vulgarmente salitre, contiene muy poca ó ninguna agua de cristalizacion, como lo prueba una multitud de experimentos, y se liquida sin embargo á un grado de calor que apenas excede al del agua hirviendo. Su liquefaccion pues no depende de su agua de cristalizacion, sino de la propiedad que tiene naturalmente de fundirse con mucha facilidad, y de pasar del estado sólido al de fluido á un calor algo mas superior que el del agua hirviendo. Todas las sales son capaces igualmente de liquidarse por el calórico; pero á una temperatura mas ó menos alta. Unas, como los acetites de potasa y de sosa, se derriten y liquidan á un calor muy mediano; y otras, como los sulfates de cal, de potasa, &c. requieren al contrario un grado de calor de los mas fuertes que podemos producir. Esta liquidacion de las sales por el calórico ofrece puntualmente los mismos fenómenos que la liquefaccion del hielo. En primer lugar, ella se efectua tambien á un grado de calor determinado para cada sal, y este grado es constante mientras dura la liquefaccion de la sal. En segundo hay absorcion de calórico en el momento que se derrite la sal, y desprendimiento quando se fixa ó concreta. Todos fenómenos generales, y que se verifican quando qualquiera cuerpo pasa del estado concreto al del fluido, y recíprocamente.

Estos fenómenos de la solucion por el calórico, se complican mas ó menos con los de la solucion por el agua. Para convencerse de ello basta considerar que no se puede verter agua sobre una sal para disolverla, sin emplear realmente un

disolvente mixto, que es el agua y el calórico: luego podemos distinguir muchos casos distintos, segun la naturaleza y modo de exîstir de cada sal. Si, por exemplo, una sal es poco soluble en el agua, y mucho en el calórico, es claro que esta sal será muy poco soluble en el agua fria, y al contrario muy soluble en el agua caliente: tal es el nitrate de potasa, y aun mas el muriate oxîgenado de potasa. Si, por el contrario, otra sal es poco soluble así en el agua como en el calórico, será poco soluble así en el agua fria como en la caliente, y la diferencia será poco considerable: y es lo que sucede con el sulfate de cal.

De donde se manifiesta que hay una relacion necesaria entre estas tres cosas, solubilidad de una sal en el agua fria, solubilidad de la misma sal en el agua hirviendo, y grado con que se liquida la sal por solo el calórico sin el auxîlio del agua: y que la solubilidad de una sal al calor y al frio, es tanto mayor quanto mas soluble es por el calórico, ó que es mas susceptible de liquidarse á un grado el mas inferior de la escala del termómetro.

Tal es en general la teoría de la solucion de las sales. Pero no he podido formarme hasta ahora, sino unas ideas generales por falta de hechos particulares; y por no haber aun bastantes experimentos exâctos. El rumbo que se ha de seguir para completar esta parte de la Química es sencillo: consiste en averiguar qué parte de cada sal se disuelve en una determinada cantidad de agua á diferentes grados del termómetro; y como se sabe ya con mucha exâctitud, por los experimentos que publicamos Mr. de la Place y yo, la cantidad de calórico contenida en una libra de agua á cada grado del termómetro, será siempre fácil determinar con ex-

perimentos sencillos la proporcion de calórico y de agua que exîge cada libra de sal para mantenerse en disolucion, como tambien el calórico que se absorbe en el momento en qüe se liquida la sal, y el que se desprende quando cristaliza.

Por lo que acabamos de ver no debe extrañarse que las sales que son salubles en frio, lo sean mucho mas en el agua caliente que en la fria. Siempre hay absorcion de calórico en la solucion de las sales: y quando lo han de suministrar los cuerpos inmediatos, lo hacen con mucha lentitud; pero si todo el calórico necesario para la solucion se halla al contrario combinado con el agua, se facilita la operacion, y se executa en un instante.

Las sales en general al disolverse en el agua aumentan la gravedad específica de ella; pero esta regla no carece de excepcion.

Llegará un dia en que se conocerá la cantidad de radical, de oxîgeno y de base, que constituyen cada sal neutra: en que se conocerá la cantidad de agua y de calórico necesaria para disolverlas, el aumento de gravedad específica que comuniquen al agua, y la figura de las moléculas elementales de sus cristales; y en que se expliquen las circunstancias y accidentes de su cristalizacion: y entonces es quando únicamente se completará esta parte de la Química. Mr. Seguin ha formado el prospecto de un gran trabajo sobre el asunto, y es bien capaz de executarle.

La solucion de las sales en el agua no exîge ningun aparato particular. Para las operaciones pequeñas se usa con ventaja de botellitas de varios tamaños, lám. II fig. 16 y 17: de barreños de tierra bien cocida A fig. 1 y 2: de matraces de cuello largo fig. 14: y de cacerolas ó peroles de cobre y de plata fig. 13 y 15.

§. II.

De la lexîviacion.

En las artes y en la Química se usa de la lexîviacion para separar las sustancias solubles en el agua de las insolubles. En las artes y usos domésticos se usa para esta operacion de una tina ó trujal A B C D, lám: II fig. 12, que tiene cerca de su fondo un agujero redondo D, en el qual se introduce una canilla de madera D E, ó una llave de metal: sobre el suelo del trujal se pone una capita de paja, y sobre ella la materia que se quiere lixîviar: se la cubre con un lienzo, y se vierte encima agua fria ó caliente, segun la mayor ó menor solubilidad de la sustancia.

El agua se embebe en la materia, y para que la penetre mejor, se tiene por algun tiempo cerrada la llave D E. Quando se juzgue que el agua ha podido ya disolver todas las partes salinas, se abre la llave D E, y se la dexa correr; pero como siempre queda alguna porcion de agua adherente á la materia insoluble, y se halla tan cargada de sal como la que ha fluido, se perderia gran cantidad de partículas salinas, si no se volviese á echar varias veces agua nueva sobre la primera, para que dilatando la que quedó adherente á la sustancia, se reparta la sal: de modo que á la tercera ó quarta locion sale casi pura el agua, como se reconocerá por el pesalicor, de que he hablado en la pág. 13.

La capita de paja que se pone en el fondo de la tina ó trujal sirve para proporcionar intersticios por donde pueda salir el agua; y el lienzo

para que el agua no haga hoyo en el parage donde se vierte, ni se haga paso solamente por algunas partes, lo qual impediria que toda la masa fuese lexîviada.

En los experimentos químicos se imita mas ó menos esta operacion de las artes; pero como requieren mas exâctitud, y que quando se trata, por exemplo, de una análisis; es preciso asegurarse que no ha quedado en el residuo ninguna parte salina ó soluble, es preciso tomar algunas precauciones particulares. La primera es emplear mas agua que en las lexías comunes, y desleir en ella las sustancias antes de sacar el licor ya claro; pues de otro modo no quedaria toda la masa igualmente lexîviada, y aun podria suceder que algunas partes quedasen enteramente sin lexîviar. Tambien se cuidará de hacer pasar grandes cantidades de agua, y en general la operacion no se debe dar por concluida hasta tanto que el agua salga enteramente despojada de sal, y el areómetro indique que ella no aumenta mas de gravedad específica al atravesar la materia contenida en el trujal.

En los experimentos muy en pequeño basta poner en redomas ó matraces la materia que se quiere lexîviar, verter sobre ella agua hirviendo, y filtrarla con un filtro de papel puesto en un embudo de vidrio: véase lám. II fig. 7. Despues se vuelve á lavar con nueva agua hirviendo: quando se opera con cantidades algo mayores, se deslien las sustancias en un caldero de agua hirviendo, y se filtra con la coladera representada en la lám. II fig. 3 y 4, la qual se arma con un colador de lienzo, y con un papel de estraza. En fin en las operaciones muy en grande se emplea el

trujal descrito al principio de este artículo, y representado en la fig. 12.

§. III.

De la evaporacion.

El objeto de la evaporacion es separar dos sustancias, una de las quales á lo menos es líquida, y que tienen un grado de volatilidad muy diferente.

Esto es lo que se verifica quando se quiere obtener en el estado concreto una sal que se ha disuelto en el agua: se calienta esta, y se combina con el calórico que la volatiliza: al mismo tiempo las partículas de la sal se acercan unas á otras; y obedeciendo á las leyes de atraccion, se reunen y vuelven á parecer baxo su forma sólida.

Han creido algunos que la accion del ayre influia mucho sobre la cantidad del fluido que se evapora, y cayéron en algunos errores que importa manifestar. Hay seguramente una evaporacion lenta que se hace continuamente por sí misma al ayre libre, y en la superficie de los fluidos expuestos á la simple accion de la atmósfera; aunque es cierto que esta especie de evaporacion puede considerarse hasta cierto punto como una disolucion por el ayre, tambien es seguro que concurre allí el calórico, pues siempre va acompañada de enfriamiento: por lo que se la debe considerar como una disolucion mixta; hecha en parte por el ayre, y en parte por el calórico. Pero en la evaporacion de un fluido que se mantiene siempre hirviendo, la evaporacion que obra el ayre es de poca monta en comparacion de la que causa la accion del calórico; y hablando con

propiedad, no hay en este caso evaporacion sino *vaporizacion* ; y esta última operacion no se acelera en razon de las superficies evaporantes , sino en razon de las cantidades de calórico que se combinan con el líquido. Una corriente muy grande de ayre frio perjudica á veces á la rapidez de la evaporacion; porque quita parte del calórico al agua, y retarda por consiguiente su conversion en vapores. Así no hay inconveniente en cubrir hasta cierto punto las vasijas en donde se hace la evaporacion de un líquido mantenido siempre hirviendo, con tal que el cuerpo que le cubre sea por naturaleza poco á propósito para apoderarse del calórico, ó segun la expresion del Doctor Franklin, sea mal conductor del calor: los vapores salen entonces por la abertura que se les ha dexado, y se evapora tanto y á veces mas que quando se dexa un libre acceso al ayre exterior.

Como en la evaporacion se pierde absolutamente el líquido que el calórico roba, y se sacrifica para conservar la sustancia fixa con que estaba combinado, no se evaporan nunca sino materias de poco precio, como es el agua. Quando tienen mas valor se recurre á la destilacion, en la que se conservan al mismo tiempo el cuerpo fixo y el volátil.

Las vasijas que se usan para las evaporaciones son peroles de cobre ó plata, y algunas veces de plomo, como el representado en la lám. II fig. 13: cacerolas ó cazos de cobre ó plata fig. 15: evaporatorios de vidrio, lám. III fig. 3 y 4: aljofaynas ó cuencos de porcelana ó china: y barreños de tierra bien cocida y dura A, lám. III fig. 1 y 2. Pero son preferibles los fondos de las retortas ó matraces de vidrio: su poco espesor y mucha igualdad los ha-

ce mas propios que otra qualquiera vasija, para resistir sin romperse á un calor fuerte é inesperado, y á las alternativas repentinas de calor y de frio. Se pueden hacer en el mismo laboratorio, y salen mucho mas baratos que los vasos evaporatorios que se compran en las tiendas. Este arte de cortar el vidrio no se halla explicado en ninguna parte, por lo que voy á dar una idea de esta operacion.

Se toma un círculo ó anillo de hierro A C, lám. III fig. 5, y se suelda á una barrita de hierro A B, guarnecida de su mango de madera D: se hace asqua el anillo en un horno, y luego se pone encima de él el matraz que se quiere cortar fig. 6: quando se juzga que el vidrio se ha calentado lo suficiente, se echan sobre él algunas gotas de agua, y el matraz regularmente se rompe por la línea circular que estaba en contacto con el anillo de hierro.

Las botellitas ó redomitas son tambien excelentes vasos evaporatorios, porque como son de vidrio delgado y comun, resisten muy bien á la accion del fuego, y son de un precio muy cómodo. No se crea que su figura perjudique á la evaporacion del líquido; pues he hecho ver anteriormente, que siempre que se evapora el líquido al grado de ebullicion, la figura de la vasija contribuye ó se opone poco á la celeridad de la operacion, principalmente quando las paredes superiores del vaso son malos conductores del calor, como le sucede al vidrio.

Se colocan una ó mas de estas redomitas sobre una rejilla de hierro F *d e*, lám. III fig. 2, puesta en la parte superior de un hornillo, y por debaxo de ella se da un fuego suave; con lo que se pueden hacer al mismo tiempo muchos experimentos.

Hay otro aparato evaporatorio bastante cómodo y expedito, y es una retorta de vidrio puesta sobre un baño de arena, lám. III fig. 1, y cubierta con un capitel de barro cocido; pero ademas de que la operacion es mucho mas larga quando se usa del baño de arena, es fácil de que se rompa la retorta; porque calentándose desigualmente la arena, no puede prestarse el vidrio á unos grados de calor local. Sucede tambien que la arena caliente hace algunas veces el mismo oficio que los anillos de hierro representados en la lám. III fig. 5 y 6; particularmente quando la retorta contiene algun fluido que actualmente se destile; pues basta que una gota salpique, y venga á caer en la línea que forma la arena en el vaso, para que se rompa por ella.

Quando la evaporacion pide un fuego muy intenso se hace en crisoles de tierra; pero comunmente se entiende por *evaporacion* una operacion hecha al grado del agua hirviendo, ó muy poco superior á él.

§. IV.

De la cristalizacion.

La cristalizacion es una operacion, en la que hallándose separadas las partículas integrantes de un cuerpo por la interposicion de un fluido, se esfuerzan á reunirse para formar unas masas sólidas, en virtud de la fuerza de atraccion que exercen entre sí.

Quando las moléculas de un cuerpo estan simplemente separadas por el calórico, y en virtud de esto se mantiene líquido, basta para restituirle

su solidez, esto es, para causar su cristalizacion, quitarle una parte del calórico que se halla entre sus moléculas, ó lo que es lo mismo enfriarle. Si se pone á enfriar con lentitud, y si se dexa en reposo el líquido, las moléculas toman una colocacion regular, y entonces hay lo que propiamente se llama cristalizacion; pero si se enfria repentinamente, ó aun quando sea con lentitud, se agita el líquido en el momento en que va á pasar al estado concreto, se tendrá una cristalizacion confusa.

Los mismos fenómenos ocurren en la solucion por el agua, ó por mejor decir, las soluciones por el agua son siempre mixtas, como lo hice ver en el párrafo 1º de este capítulo: pues se hacen en parte por la accion del agua, y en parte por la del calórico. Siempre que haya agua suficiente para mantener apartadas las partículas salinas hasta el punto que esten fuera de su esfera de atraccion, la sal permanece en el estado fluido; pero faltando el agua y el calórico, y venciendo la atraccion que las moléculas salinas tienen entre sí, la sal vuelve á tomar la forma concreta, y la figura de los cristales es tanto mas regular, quanto mas lenta y tranquila ha sido la evaporacion.

Los mismos fenómenos que se notan en la solucion de las sales se encuentran igualmente en su cristalizacion; pero en sentido inverso. Si al tiempo que se reune la sal y vuelve á aparecer baxo la forma concreta y sólida, se desprende una porcion de calórico, resulta nueva prueba de que las sales se mantienen en disolucion por el agua y por el calórico. Por esta razon, para cristalizar las sales que se liquidan fácilmente por el calórico, no basta quitarles el agua que las mantenia en diso-

lucion, sino tambien el calórico; y sin estas dos condiciones nunca cristalizan, como se nota en el salitre, en el muriate oxîgenado de potasa, en el alumbre, en el sulfate de sosa, &c. Pero no sucede así con las sales que necesitan poco calórico para mantenerse en disolucion, y que por lo mismo son casi igualmente solubles en el agua caliente que en la fria: basta quitarles el agua que las mantenia disueltas, para hacerlas cristalizar y volver á presentarse baxo su forma concreta hasta en la misma agua hirviendo, como se observa en el sulfate de cal, en los muriates de sosa y de potasa, y en otras varias sales.

Sobre estas propiedades de las sales, y sobre su mayor ó menor solubilidad al calor y al frio, está fundado el arte de purificar el salitre. Esta sal en el estado que se saca de la primera operacion y en el que la entregan los salitreros, es una mezcla de varias sales deliqüescentes, que no pueden cristalizarse, como son el nitrate y el muriate de cal: de otras que son igualmente solubles al calor y frio, como los muriates de potasa y de sosa; y finalmente de salitre, que es mucho mas soluble al calor que al frio.

Se echa primero sobre esta mezcla de sales una cantidad suficiente de agua para mantener en disolucion las sales menos solubles, que son los muriates de potasa y de sosa. Esta misma cantidad de agua mientras está caliente, tiene igualmente en disolucion todo el salitre; pero en enfriándose se cristaliza la mayor parte de él, y no queda en disolucion sino como la sexta parte mezclada con el nitrate de cal, y con los muriates.

El salitre que se recoge de esta operacion está aun algo impregnado de sales extrañas, por estar

cargada de ellas el agua donde cristalizó; pero se le despoja completamente disolviéndole de nuevo en muy poca agua caliente, y dexándole cristalizar.

El agua madre que queda nadando sobre la cristalizacion del salitre que contiene una mezcla de salitre y de otras varias sales, se hace evaporar para extraer el salitre impuro, el qual se purifica despues disolviéndole, y cristalizándole dos veces seguidas.

Se arrojan las sales de base térrea que son incristalizables, si no contienen nitrates; y si los contienen se deslien en agua, se precipita la tierra por medio de la potasa, se dexa aposar el líquido, se decanta, se evapora, y pone á cristalizar.

Lo que se observa en la refinacion del salitre puede servir de regla para separar por via de cristalizacion muchas sales que se hallen mezcladas entre sí: entonces es preciso conocer bien la naturaleza de cada sal, la proporcion en que se disuelven en las cantidades conocidas de agua, y su diferente solubilidad al calor y al frio. Si á estas propiedades principales se agrega la que tienen algunas sales de disolverse en el alkool, ó en una mezcla de alkool y de agua, se verá que hay muchos recursos para hacer la separacion de las sales por via de cristalizacion, bien que es preciso convenir al mismo tiempo que es dificil hacer esta separacion completa y absolutamente.

Las vasijas que se emplean para la cristalizacion de las sales, son barreños de barro A lám. II, fig. 1 y 2, y cápsulas grandes y chatas, lám. III fig. 7.

Quando se abandona una solucion salina á una evaporacion lenta al ayre libre y al calor de la atmósfera, se deben emplear unas vasijas algo al-

tas como las representadas en la lám. III fig. 3, á fin de que el licor pueda tener mas profundidad, pues de este modo se logran cristales mucho mas gruesos, y tan regulares como es posible conseguirlos.

No solamente se cristalizan todas las sales baxo distintas formas, sino que varía la cristalizacion de cada una, segun las circunstancias de la cristalizacion. Pero no debemos inferir de aquí que la figura de las moléculas salinas es indeterminada en cada especie de sal; al contrario, no hay cosa mas constante que la figura de las moléculas primitivas de los cuerpos, y particularmente de las sales. Pero los cristales que se forman á nuestra vista son unas agregaciones de moléculas, que aunque perfectamente iguales en figura y magnitud, pueden tomar unas colaciones diferentes, que dan lugar á una variedad grande de figuras todas regulares, y que parece que no tienen ninguna relacion entre sí, ni con la figura del cristal primitivo. Este punto lo ha tratado con mucha delicadeza el sabio Abate Haüy en muchas Memorias presentadas á la Academia, y en una obra sobre la estructura de los cristales. No falta mas que extender á la clase de las sales, lo que él ha hecho mas particularmente para algunas piedras cristalizadas.

§. V.

De la destilacion simple.

La destilacion tiene dos objetos bien manifiestos, y así distinguiré dos especies de destilacion, que son la simple y la compuesta: hablaremos en este artículo de la primera.

Quando se ponen á destilar dos cuerpos, el uno mas volátil que el otro, es decir, que tiene mas afinidad con el calórico, el objeto de esta operacion es separarlos: el mas volátil toma la forma de gas, y se condensa despues refrescándole en unos aparatos dispuestos para este fin. Entonces no es otra cosa la destilacion, así como la evaporacion, sino una operacion en cierto modo mecánica que separa las dos sustancias sin descomponerlas ni alterar su naturaleza. En la evaporacion se procura conservar el producto fixo, despreciando el volátil, y en la destilacion al contrario se cuida por lo regular de recoger solamente el producto volátil, á no ser que convenga conservar los dos. Y así la destilacion simple bien exâminada no debe considerarse sino como una evaporacion en vasijas cerradas.

El mas sencillo de todos los aparatos destilatorios es una botella A, lám. III fig. 8 con el cuello B C encorvado en la parte B D: Esta botella ó redoma que toma entonces el nombre de retorta, se coloca en un horno de revérbero, como se ve en la lám. XIII fig. 2, ó en baño de arena baxo una tapadera de tierra cocida, lám. III fig. 1. Para recoger y condensar los productos se adapta á la retorta un recipiente E, lám. III fig. 9, que

se enloda con ella: tambien se suele usar algunas veces, y particularmente en las operaciones de Farmacia, de una cucúrbita de vidrio ó barro bien cocido A, lám. III fig. 12, armada con su cabeza B, ó de un alambique de vidrio, con una cabeza de una pieza fig. 13. A este último se hace una boca ó piton, esto es, con una abertura T que se tapa con un tapon de cristal ajustado con esmeril. Se ve que la cabeza tiene una canalita ó sea *alhorza rr* dispuesta para recoger el líquido que se condensa, y para conducirle y darle salida por el pico *r s*.

Pero como en casi todas las destilaciones hay una dilatacion de vapores que podria hacer saltar las vasijas; es preciso darles salida por un agujerito T, que se hace en el recipiente E fig. 9. Se echará de ver que en esta especie de destilacion se pierden todos los productos que se mantienen constantemente en un estado aeriforme, y los que dexando con dificultad este estado, no tienen el tiempo suficiente para condensarse en lo interior del recipiente. Por esta razon no puede emplearse este aparato en los experimentos analíticos, sino en las operaciones diarias de los laboratorios y de la farmacia por ser insuficiente para las operaciones de indagaciones. En el artículo de la destilacion compuesta se describirán por menor los métodos que se han imaginado para recoger todos los productos sin que se pierda parte alguna de ellos. Siendo bastante frágiles los utensilios de vidrio, y no pudiendo resistir siempre á las alternativas repentinas de calor y frio, se ha imaginado hacer aparatos destilatorios de metal. Estos instrumentos son precisos para destilar agua y licores espirituosos, como tambien para obtener los aceytes esenciales

de los vegetales, &c. y en un laboratorio bien provisto es indispensable tener uno ó dos alambiques de esta especie de diferentes tamaños.

Consiste este aparato destilatorio en una cucúrbita de cobre estañado A, lám. III, fig. 15 y 16, á la qual se ajusta en los casos necesarios un baño de maria D, de estaño fig. 17, sobre el qual se coloca la cabeza F. Esta cabeza se puede ajustar igualmente sobre la cucúrbita ú olla de cobre, ya con baño de maria ya sin él, segun la naturaleza de las operaciones: todo el interior de la cabeza debe tambien ser de estaño.

Para la destilacion de los licores espirituosos es necesario que la cabeza F del alambique esté guarnecida de un refrigerante *s s* fig. 16, en el qual se tiene siempre agua fria, y quando llega á calentarse se extrae por la llave R, y se echa otra nueva. Fácilmente se percibe el uso de esta agua: pues como el objeto de la destilacion es convertir en gas la materia que se quiere destilar, y se halla en la cucúrbita, y que esto se efectúa por el calórico que suministra el fuego del hornillo, no habria destilacion si este mismo gas no se condensase en la cabeza, y no perdiese en ella su forma de gas transformándose en un líquido. Luego es necesario que la sustancia que se destila dexe en la cabeza todo el calórico que se le habia combinado en la cucúrbita, y por consiguiente que las paredes interiores de la cabeza se mantengan siempre á una temperatura mas baxa que la que necesita la misma sustancia para permanecer en el estado de gas; y este es el objeto del agua del refrigerante. Sabemos que el agua se convierte en gas á los 80 grados del termómetro de Reaumur, y el espíritu de vino ó al-

kool á los 67, y el éter á 32: luego si el calor del refrigerante no fuese inferior á estos grados respectivos, no habria destilacion, ó por mejor decir, estas sustancias se escaparian en vapores aeriformes.

En la destilacion de los licores espirituosos, y generalmente en la de todos los líquidos muy expansivos no alcanza el refrigerante para condensar todos los vapores que se elevan de la cucúrbita; en este caso en lugar de recibir el licor desde el pico TV del alambique en un recipiente, se pone entre los dos un serpentin. Llámase así un instrumento fig. 18 compuesto de un tubo en forma espiral, que da muchas vueltas dentro de un cubo de cobre estañado BCDE lleno de agua, la que se renueva siempre que se calienta. Este instrumento se usa en todas las fábricas de aguardiente, en las quales, hablando con propiedad, no hay cabeza ni refrigerante, y toda la condensacion se hace en el serpentin. El que está representado en la fig. 18 tiene ademas otro tubo, que sirve especialmente para destilar las materias olorosas.

Algunas veces, aun en la destilacion simple, es necesario poner un tubo postizo entre la retorta y el recipiente, como se ve en la fig. 11, lo que se executa con uno de estos dos fines; ó de separar los productos de diferentes grados de volatilidad, ó de apartar del hornillo el recipiente, para que la materia que debe permanecer en él experimente menos calor. Pero estos aparatos y otros mas complicados que imagináron los antiguos, no corresponden con mucho á las ideas de la Química moderna, como se verá claramente por lo que diremos en el artículo de la destilacion compuesta.

§. VI.

De la sublimacion.

Llámase sublimacion la destilacion de las sustancias que se condensan en un estado concreto; y así decimos sublimacion del azufre, sublimacion de la sal amoniaco, ó muriate amoniacal, &c. Estas operaciones no exîgen aparatos particulares; sin embargo para la sublimacion del azufre se suele emplear lo que llaman aludeles, que son unos vasos de barro ó loza, que se ajustan ó entran unos en otros, y se colocan sobre una cucúrbita que contiene el azufre.

Uno de los mejores aparatos sublimatorios para las materias que no son muy volátiles, es una redomita que se introduce hasta las dos terceras partes en un baño de arena; pero en este caso se pierde parte del producto: quando se quiera conservar íntegro, es preciso echar mano de algunos de los aparatos pneumato-químicos, que describiré en el capítulo siguiente.

CAPITULO VI.

De las destilaciones pneumato-químicas, de las disoluciones metálicas, y de algunas otras operaciones que piden aparatos muy complicados.

§. I.

De las destilaciones compuestas, y de las destilaciones pneumato-químicas.

No he hablado de la destilacion en el §. V del capítulo anterior, sino como de una operacion sencilla, cuyo objeto es separar dos sustancias de diferente volatilidad; pero por lo comun la destilacion pasa mas adelante, pues descompone realmente el cuerpo sobre quien obra, y saliendo entonces de la clase de las operaciones simples, entra en el órden de las que se pueden considerar como las mas complicadas en la Química. Es sin duda esencial en toda destilacion que la sustancia que se destila, se reduzca al estado de gas en la cucúrbita por su combinacion con el calórico; pero en la destilacion simple este mismo calórico se queda en el refrigerante ó en el serpentin, y la sustancia vuelve á tomar su estado de liquidez. No sucede así en la destilacion compuesta: en ella se descompone absolutamente la sustancia que se destila: parte, como el carbon, queda fixa en la retorta, y lo restante se convierte en gases de diferentes especies: los unos son susceptibles de condensarse por el frio, y de volver á tomar su forma concreta y líquida: los otros permanecen constantemente en el estado aeriforme: algunos son ab-

sorvibles por el agua; otros por los álkalis: los hay en fin que no son absorvibles por ninguna sustancia. Un aparato destilatorio como el que he descrito en el capitulo anterior, no alcanzaria para retener y separar unos productos tan distintos; y por lo mismo es preciso recurrir á medios mucho mas complicados.

Podria dar aquí una descripcion histórica de las tentativas que se han hecho sucesivamente para retener los productos aeriformes que se desprenden en las destilaciones, citando á Hales, Rouelle, Woulfe, y otros muchos célebres Químicos; pero como me he propuesto el ser lo mas conciso que me sea posible, he creido que era mejor describir desde luego el aparato mas perfecto, que molestar al lector con la noticia de las tentativas infructuosas, hechas en un tiempo en que no se tenian aun sino unas ideas imperfectas de la naturaleza de los gases en general. El aparato que voy á describir sirve para la destilacion mas complicada, y se podrá simplificar despues segun la naturaleza de las operaciones.

A, lám. IV fig. 1, representa una retorta de vidrio tubulada en H, cuyo cuello B se ajusta con un recipiente G C de dos cuellos. En el cuello superior de este recipiente se coloca un tubo de cristal que viene á rematar D E $f g$ por su extremo g en el licor contenido en el frasco L. En seguida del frasco L que tiene tres cuellos x x x hay otros tres frascos L′, L″, L‴, tambien con sus tres cuellos x', x', x'; x'', x'', x''; x''', x''', x'''. Cada frasco se enlaza y comunica uno con otro por medio de unos tubos de vidrio x y z', x' y' z'', x'' y'' z'''; finalmente al cuello del frasco L‴ está ajustado otro tubo de vidrio x''' R M, que va á parar de-

baxo de una campana de cristal, colocada sobre la mesilla del aparato pneumato-químico. Comunmente se pone en el primer frasco una cantidad de agua destilada, cuyo peso sea bien conocido, y en los otros tres potasa cáustica disuelta en agua: la tara de estos frascos y el peso del licor alkalino que contienen, deben determinarse con mucha exâctitud. Se enlodan todas las junturas: á saber, la primera B de la retorta con el recipiente, y la D del cuello superior del recipiente con lodo ó argamasa oleosa sobre que se pone un lienzo embebido en cal y clara de huevo; y todas las demas con un lodo de trementina y cera derretidas juntas.

Por esta disposicion se ve que quando se enciende fuego debaxo la retorta A, y quando la sustancia que está dentro ha empezado á descomponerse, los productos menos volátiles deben condensarse, y sublimarse en el mismo cuello de la retorta, y en él deben juntarse principalmente las sustancias concretas: que las materias mas volátiles, como los aceytes ligeros, el álkali amoniacal; y otras muchas sustancias, deben condensarse en el matraz ó recipiente G C: que por el contrario los gases que no pueden condensarse por el frio, deben pasar por medio de los líquidos de los frascos L L′ L″ L‴; que todo lo que puede absorver el agua debe quedar en el frasco L; que todo lo que es absorvible por el álkali debe quedar en los frascos L′ L″ L‴: que los gases que no son absorvibles ni por el agua ni por los álkalis, deben escaparse por el tubo R M, á cuya salida pueden recogerse en campanas de vidrio: finalmente, que lo que antiguamente llamaban *caput mortuum*, esto es, el carbon y la tierra, deben quedar

en la retorta como absolutamente fixos.

Por este medio se tiene siempre una prueba material de la exâctitud del resultado, porque el peso total de las materias debe ser el mismo antes y despues de la operacion: por exemplo, si se ha hecho el experimento con 8 onzas de goma arábiga ó de almidon, el peso del residuo carbonoso que quede en la retorta A despues de la operacion, mas el de los productos que se han reunido en su cuello, y en el matraz G C, mas el del gas recogido en la campana M, mas el aumento de peso que han adquirido los frascos L, L', L'', L''', deben formar un total de 8 onzas. Siempre que haya alguna diferencia es señal que ha habido algun error, y es preciso volver á hacer el experimento hasta que se tenga un resultado satisfactorio, y que apenas se diferencie en 6 á 8 granos por libra de la sustancia puesta en experimento.

En este género de experimentos he hallado por mucho tiempo dificultades casi insuperables, y que me hubieran hecho abandonarlos, á no haber llegado á vencerlos por un medio muy sencillo, cuya idea me ha suministrado Mr. Hassenfratz. La menor disminucion en el grado de fuego del hornillo, y otras muchas circunstancias inseparables en este género de experimentos, ocasionan por lo comun unas reabsorciones de gas: el agua del baño vuelve á entrar rápidamente en el frasco L''' por el tubo x''' R M: lo mismo sucede de un frasco en otro, y muchas veces sube el licor hasta el recipiente C. Estos accidentes se remedian empleando frascos de tres cuellos, y ajustando á uno de ellos un tubo capilar $s\,t$, $s'\,t'$, $s''t''$, $s'''\,t'''$, cuyo extremo debe estar introducido en el licor de los

frascos. Si hay absorcion en la retorta ó en algunos de los frascos, el ayre exterior entra por estos tubos, llena el vacío que se ha formado; y se sale del peligro á costa de un poco de ayre comun que se mezcla con los productos; pero á lo menos no llega á desgraciarse enteramente el experimento: estos tubos pueden dar paso al ayre exterior; pero no dan salida á ningun gas, porque estan siempre tapados por el licor de los frascos por su parte inferior t t' t'' t'''.

Es evidente que durante la operacion el licor de los frascos debe subir por cada uno de los tubos á una altura relativa á la presion, que experimenta el ayre ó gas contenido en el frasco: luego esta presion está apreciada por la altura y peso de la columna del licor contenido en todos los frascos subsiguientes. Suponiendo pues que haya tres pulgadas de licor en cada frasco, que la altura del agua del baño sea igualmente de tres pulgadas sobre el orificio del tubo R M; y en fin que el peso específico de los líquidos contenidos en los frascos no se diferencie sensiblemente de la gravedad del agua, el ayre del frasco L estará comprimido por un peso igual al de una columna de agua de 12 pulgadas, y esta se elevará por conseqüencia á la altura de 12 pulgadas en el tubo s t: de donde resulta que es preciso dar á este tubo mas de 12 pulgadas de longitud sobre el nivel del liquido a b. Por la misma razon debe tener el tubo s' t' mas de 9 pulgadas: el s'' t'' mas de 6, y el s''' t''' mas de 3: conviene que todos estos tubos sean mas largos que cortos á causa de las oscilaciones que suele haber muchas veces. En algunos casos es preciso tener entre la retorta y el recipiente un tubo semejante á los que acaba-

mos de citar; pero como este tubo no se introduce en el agua, y no está tapado por ningun licor, ó á lo menos hasta tanto que no haya pasado alguna porcion por el progreso de la destilacion, es preciso cerrarlo por arriba con un poco de lodo ó argamasa, y no abrirle sino en caso de necesidad, ó quando haya bastante licor en el matras C para tapar la extremidad del tubo.

El aparato que acabo de describir no puede emplearse para experimentos exâctos, siempre que las materias con que se opera tengan entre sí una accion muy rápida, ó quando no se pueden introducir sino sucesivamente y en pequeñas porciones, como sucede en las mezclas que producen una violenta efervescencia. En este caso se usa de una retorta tubulada A, lám. VII, fig. 1: se introduce en ella una de las dos sustancias, prefiriendo la concreta, y se ajusta y enloda al túbulo un tubo encorvado B C D A, que se termina por su parte superior B, en forma de embudo para echar el licor, y en un tubo capilar por su extremo A. Es preciso que la altura B C sea suficiente para que el licor que se ha de introducir pueda equilibrarse con la resistencia que hace él de los frascos L L′ L″ L‴, lám. IV, fig. 1.

A las personas que no estan acostumbradas á usar del aparato destilatorio, que acabo de describir, les parecerá muy molesto el tener que enlodar tantas junturas, y gastar tanto tiempo en los preliminares de estos experimentos: en efecto si se hacen entrar en cuenta los pesos que es preciso hacer antes del experimento, y repetirlos despues de concluida, los preparativos son mucho mas largos que el experimento mismo. Pero tambien se halla recompensado este trabajo con el buen exîto

del experimento, y se adquiere de una sola vez mas conocimientos acerca de la naturaleza de la sustancia animal ó vegetal que se ha puesto á destilar, que en muchas semanas de un trabajo el mas asiduo.

En defecto de frascos de tres cuellos se usa de frascos de dos bocas, y tambien se pueden poner los tres tubos en la misma abertura, y servirse de botellas comunes de cuello con reborde y bastante ancho. Se ha de cuidar de ajustar á los frascos unos tapones bien limados con una lima fina, y que se hayan puesto á hervir en una mezcla de aceyte, cera y trementina. Se taladran estos con una lima cónica lám. I fig. 16, y se hacen tantos agujeros quantos son los tubos que se han de acomodar: uno de estos tapones se ve representado en la lám. IV fig. 8.

§. II.

De las disoluciones metálicas.

Hablando de la solucion de las sales en el agua, di á entender la gran diferencia que habia entre esta operacion y la disolucion metálica. Ya se dixo que la solucion de las sales no exîgia ningun aparato particular, y que se podia hacer en qualquiera vasija; pero no sucede lo mismo con la disolucion de los metales; pues para no tener en ella ninguna pérdida, y para obtener unos resultados del todo concluyentes, es preciso usar de unos aparatos muy complicados, y cuya invencion pertenece enteramente á los Químicos de nuestra edad.

Los metales en general se disuelven con efer-

vescencia en los ácidos: el efecto de esta efervescencia no es otra cosa sino un movimiento excitado en el licor disolvente por el desprendimiento de muchas ampollitas de ayre ó de fluido aeriforme, que se desprenden de la superficie del metal, y revientan al tiempo de salir del licor disolvente.

Los Señores Cavendish y Priestley son los primeros que han imaginado aparatos sencillos para recoger estos fluidos elásticos. El de Mr. Priestley consiste en un frasco A, lám. VII fig. 2, con su tapon taladrado de corcho B, para dar paso á un tubo de vidrio encorvado en B C, el qual se introduce debaxo de unas campanas llenas de agua, y puestas boca abaxo en un baño de agua: se da principio por introducir el metal en el frasco A, se echa encima ácido, y despues se pone el tapon de corcho armado con su tubo B C.

Pero este aparato tiene algunos inconvenientes, á lo menos para experimentos delicados. Lo primero, quando el ácido está muy concentrado, y el metal muy dividido, empieza varias veces la efervescencia antes que haya habido tiempo de tapar el frasco, y por consiguiente se pierde una porcion de gas, y no pueden determinarse las cantidades con exâctitud. Lo segundo, en todas las operaciones en que es preciso calentar los frascos, parte del ácido se destila y se mezcla con el agua del baño, sin poder saber con exâctitud la cantidad de ácido que se descompone. Lo tercero, el agua del baño absorbe todos los gases susceptibles de combinarse con el agua, y es imposible recogerlos sin pérdida.

Para remediar estos inconvenientes imaginé ajustar á un frasco A de dos cuellos, lám. VII fig. 3,

un embudo de vidrio B C, de tal suerte enlodado, que no dexase salida al ayre. En este embudo entra un cilindro de cristal D E pulimentado con esmeril, y que ajuste en D con el embudo, de tal modo que puede cerrarse como el tapon de un frasco.

Quando se quiere hacer la operacion, se introduce en el frasco A la materia que se quiere disolver: se enloda el embudo, y se le tapa con el cilindro D E: se echa luego el ácido en el embudo, y se levanta con tiento el cilindro para que caiga poco á poco en el frasco; y se repite del mismo modo esta operacion hasta haber llegado al punto de saturacion.

Despues se ha discurrido otro medio para el mismo fin, y que es preferible en algunos casos, del qual he dado ya una idea en el párrafo anterior. Consiste en adaptar á uno de los cuellos del frasco A, lám. VII fig. 4, un tubo encorvado D E F G, que termine en D en una curvatura con una abertura capilar, y en C en un embudo soldado al tubo, el qual se enloda con mucho cuidado y firmeza en el cuello G. Vertiendo una gota de licor en el embudo G, cae en la parte F; pero si se continúa echando del mismo licor, llega á pasar de la curvatura E, y á introducirse en el frasco A, donde continuará cayendo hasta que se dexe de echar licor por el embudo G. Es evidente que siempre quedará una parte del licor en el tubo E F G; el qual haciendo las veces de un verdadero tapon, impedirá que salga ayre ó gas del frasco.

Para evitar el segundo inconveniente, esto es, la destilacion del ácido, que sucede particularmente en las disoluciones que van acompañadas de ca-

lor, se ajusta á la retorta A, lám. VII fig. 1, un matraz pequeño tubulado M, en el qual se recoge el licor que se condensa.

Finalmente para separar los gases absorbibles por el agua, como es el gas ácido carbónico, se añade un frasco de dos cuellos L, en el que se echa álkali puro disuelto en agua: el álkali absorbe todo el gas ácido carbónico, y por el tubo no pasan por lo regular á la campana sino una ó dos especies de gases quando más, de cuya separacion se trató en el capítulo primero de esta tercera parte. Si no basta un frasco de álkali, se ponen hasta tres ó quatro.

§. III.

De los aparatos relativos á las fermentaciones vinosa y pútrida.

La fermentacion vinosa y la pútrida exîgen unos aparatos particulares, y destinados únicamente para este género de experimentos. Voy á describir el que he preferido despues de haber hecho en él sucesivamente muchas correcciones.

Tómese un matraz grande A, lám. X, de cerca de 6 azumbres de capacidad: ajústesele un recaton ó anillo de cobre *a b* soldado sólidamente por medio de betun ó argamasa, y atornillese el extremo de un tubo acodado C D con su llave *e*: adáptese á este tubo una especie de recipiente de vidrio de tres cuellos B, debaxo del qual hay un frasco C, con quien tiene comunicacion: á continuacion del recipiente B se pone un tubo de vidrio *g h i*, asegurado en *g* y en *i* con unas sortijas ó anillos de cobre: sirve para contener una sal con-

creta muy deliqüescente, como el nitrate ó muriate de cal ó acetite de potasa, &c.

En fin despues de este tubo siguen dos botes ó frascos D E, llenos hasta *xy* de álkali disuelto en agua, y bien despojado de ácido carbónico.

Todas las partes de este aparato estan enlazadas entre sí por medio de tornillos y tuercas que se aprietan: los puntos de contacto estan guarnecidos de cuero untado con aceyte ó manteca, que impide salga el ayre: cada pieza en fin tiene dos llaves para cerrarlas por sus dos extremos, y poder pesar cada una separadamente en qualquiera época del experimento que se tenga por conveniente.

En el matraz A se pone la sustancia que ha de fermentar, v. gr., azúcar y levadura de cerveza bien disuelta en la suficiente agua; y cuyo peso esté bien determinado. Quando la fermentacion es demasiado rápida, se forma á veces mucha espuma, que no solo llena el cuello del matraz, sino que pasa al recipiente B, y cae en el frasco C: con el fin pues de recoger esta espuma, é impedir que pase al tubo deliqüescente, se le ha dado bastante capacidad al recipiente B y al frasco C.

En la fermentacion del azúcar, ó lo que es lo mismo, en la fermentacion vinosa, solamente se desprende ácido carbónico con alguna porcion de agua que lleva en disolucion. Al pasar por el tubo *g h i* dexa una gran parte de la humedad en la sal deliqüescente que hay en dicho tubo en polvo grueso, y se conoce la cantidad de ella por el aumento de peso que ha tomado la sal. Este mismo ácido carbónico forma despues unas ampollitas al traves del líquido alkalino del frasco D,

al que es conducido por el tubo *k l m.* La corta porcion que no absorbe el álkali de este primer frasco, la absorbe el del segundo E, de suerte que por lo comun no pasa nada á la campana F, á no ser el ayre comun que se hallaba en los vasos al principio del experimento.

El mismo aparato puede emplearse para las fermentaciones pútridas; pero entonces pasa gran cantidad de gas hidrógeno por el tubo *q r s t u*, y se recoge en la campana F; y como el desprendimiento se hace con rapidez, particularmente en verano, es preciso mudar la campana con freqüencia. Por manera que estas fermentaciones piden una vigilancia contínua, al paso que la fermentacion vinosa no exîge ninguna.

Es claro que por medio de este aparato se puede conocer con mucha exâctitud el peso de las materias que se ponen á fermentar, y tambien el de todos los productos líquidos ó aeriformes que se han desprendido de ellos. Consúltese sobre este punto lo que dixe de la fermentacion vinosa en el capítulo XIII de la primera parte de esta obra, pág. 97.

§. IV.

Aparato particular para la descomposicion del agua.

En el capítulo VIII de la primera parte de esta obra he expuesto los experimentos relativos á la descomposicion del agua, por lo que excusando repeticiones inútiles, me limitaré aquí á hacer algunas leves observaciones Los cuerpos que tienen la propiedad de descomponer el agua, son prin-

cipalmente el hierro y el carbon; pero es menester que esten hechos ascua, sin cuyo requisito el agua se reduce simplemente á vapor, y se condensa despues por el enfriamiento sin haber experimentado la menor alteracion: por el contrario hechos ascua el hierro y carbon quitan el oxîgeno al hidrógeno: en el primer caso se forma óxîdo negro de hierro, y el hidrógeno se desprende libre y puro baxo la forma de gas; y en el segundo se forma gas ácido carbónico, que se desprende mezclado con el gas hidrógeno, hallándose este último comunmente carbonizado.

Para descomponer el agua por el hierro se usa con ventaja de un cañon de fusil sin recámara: debe escogerse uno de los mas largos y fuertes: quando es corto, y se teme que los lodos se calienten demasiado, se suelda bien en su extremo un tubo de cobre: se coloca este cañon en un horno largo C D E F, lám. VII fig., 2 dándole algunos grados de inclinacion desde E á F: esta inclinacion ha de ser algo mayor que la representada en dicha figura. Se ajusta en la parte superior E del tubo una retorta de vidrio que contiene agua, y que se coloca en un hornillo V V X X. Se enloda por su extremo inferior F con un serpentin SS′, que se adapta á un frasco tubulado H, donde se recoge el agua que ha salido sin descomponerse. En fin, el gas que se desprende pasa á unas campanas puestas sobre el baño de agua por el tubo K K, adaptado al cuello del frasco H. Puede usarse en lugar de la retorta A de un embudo cerrado con una llave por su parte inferior, por el qual se dexa caer el agua gota á gota. Al instante que esta llega á la parte caliente del tubo, se evapora, y se hace la operacion lo mismo que

si se hubiese reducido el agua á vapor por medio de la retorta A.

En el experimento que hicimos Mr. Meusnier y yo en presencia de los Comisionados de la Academia , no omitimos nada para obtener los resultados con la mayor exâctitud, llegando hasta extraer el ayre de los vasos antes de empezar el experimento, para que el gas hidrógeno que obtuviésemos se hallase exênto de mezcla de gas azoe. Darémos cuenta á la Academia extensamente de los resultados que hemos obtenido.

En muchos experimentos es indispensable substituir al cañon de fusil unos tubos de vidrio, de porcelana ó de cobre. Pero los primeros tienen el inconveniente de fundirse con facilidad; y al menor descuido que haya en el experimento, se aplastan y desfiguran, y los de porcelana estan por lo regular llenos de agujeritos imperceptibles, por los quales se escapa el gas, particularmente estando comprimido con una columna de agua. Por esta razon he dado la preferencia á un tubo de cobre que hizo vaciar en sólido Mr. de la Briche, y taladrar á su presencia en Strasburgo.

Este cañon es muy cómodo para executar la descomposicion del alkool, el qual se sabe efectivamente que expuesto al grado de calor de incandescencia, se convierte en carbon, en gas ácido carbónico, y en gas hidrógeno. Este tubo tambien puede servir para la descomposicion del agua por el carbon, y para otros muchos experimentos.

§. V.

De la preparacion y uso de los lodos ó betunes.

Si quando se perdia una gran parte de los productos de la destilacion; si quando se despreciaba todo lo que se desprendia en forma de gas; en una palabra, si quando no se hacia experimento alguno con exâctitud, se conocia ya la necesidad de enlodar bien las junturas de los aparatos destilatorios; ¿quanto mas importante será esta operacion manual y mecánica en unos tiempos en que no es permitido perder cosa alguna en las destilaciones y disoluciones; en que se requiere que muchos vasos reunidos obren como si realmente fuesen de una sola pieza, y como si estuviesen cerrados herméticamente; y en fin en unos tiempos en que solo satisfacen aquellos experimentos, en los quales la suma de los productos obtenidos es igual á la de las substancias con que se ha hecho el experimento?

La primera condicion de todo lodo ó betun destinado para tapar las junturas de las vasijas, es que sea tan impenetrable como el mismo vidrio; de suerte que ninguna materia por sutil que sea, á excepcion del calórico, pueda pasar al traves de él. Una libra de cera derretida, y onza y media ó dos onzas de trementina, forman una mezcla muy á propósito para este primer efecto: este lodo es fácil de manejar, se pega fuertemente al vidrio, no se dexa penetrar con facilidad, y se le puede dar mas consistencia, y hacerlo mas ó menos duro, mas ó menos seco, mas ó menos flexîble mezclándole varias resinas. Esta clase de lodos tiene la ventaja

de poderse ablandar por el calor, con lo que se cierran con comodidad y prontitud las junturas de los vasos; pero no por esto se puede hacer de ellos un uso general. Los lodos en casi todas las operaciones químicas estan expuestos á un calor considerable, superior en varias ocasiones al del agua hirviendo, á cuyo grado de calor se ablandan las resinas, y aun se liquidan, y los vapores espansivos contenidos en las vasijas abren camino.

Por lo que ha sido preciso buscar sustancias mas á propósito para resistir el calor; y despues de muchas tentativas se ha preferido el lodo siguiente, no porque dexe de tener algunos inconvenientes, como diré despues, sino porque atendiendo á todas sus circunstancias, es el que reune mas ventajas. Voy á dar alguna idea de su preparacion, y particularmente del modo de emplearlo: los muchos experimentos que he tenido que hacer sobre el asunto, me han puesto en estado de allanar todas las dificultades que podrian ocurrir á los demas.

La especie de lodo ó argamasa de que hablo aquí es conocida entre los Químicos con el nombre de lodo al óleo. Para prepararle se toma arcilla sin cocer, pura y muy seca: se la reduce á polvo muy fino, y se pasa por un tamiz de seda: se echa despues en un almirez de bronce, y se la machaca por mucho tiempo con una mano pesada de hierro, rociándola poco á poco con aceyte de linaza cocido, esto es, que esté oxîgenado y hecho desecante por la adicion de un poco de litargirio. Este lodo sale mejor, mas tenaz y se pega mas bien al vidrio, usando de barniz al óleo de succino, en lugar del aceyte desecante regular. No es otra cosa este barniz que una disolucion de

succino en el aceyte de linaza; pero no se verifica esta disolucion á no haber derretido antes el succino solo, pues de este modo pierde algo de ácido succínico, y un poco de aceyte. El lodo hecho con el barniz al oleo es preferible, como he dicho, al que se hace con el aceyte de linaza solamente; pero es mucho mas caro, y lo que excede en calidad no tiene proporcion con su precio, por lo que rara vez se usa.

El lodo al óleo resiste muy bien á un calor bastante violento: es impenetrable á los ácidos y licores espirituosos: se adhiere bien á los metales, al vidriado de tierra bien cocido, á la china y al vidrio, con tal que se hayan secado bien de antemano; pero si por desgracia el licor que se destila se abre camino por él, y penetra algo de humedad, bien sea entre el vidrio y el lodo, ó bien en la misma masa, es muy dificil volver á tapar las aberturas que se hagan, y este es el principal y tal vez el único inconveniente que tiene el uso de este lodo.

El calor lo ablanda, y aun llega á derretirle; por lo que es inevitable el contenerle, cubriéndole y rodeándole con tiras de vexiga humedecidas. Despues se hace una ligadura por la parte superior é inferior del lodo con hilo gordo, y luego se dan por encima del mismo lodo, y por consiguiente por encima de la vexiga que lo tapa, un gran número de vueltas del mismo hilo. Un lodo dispuesto con estas precauciones está exênto de todo accidente.

Sucede muchas veces que la figura de las junturas de las vasijas impide el hacer la ligadura, como en el cuello de los frascos de tres cuellos; y ademas se necesita mucha destreza para apre-

tar bien el hilo sin mover el aparato; de modo que en los experimentos en que hay que enlodar en muchos parages, se suelen descomponer varios de ellos por arreglar uno solo. Entonces en lugar de la vexiga y de la ligadura se usa de unas tiras de lienzo embebidas en clara de huevo y un poco de cal, las quales se secan en poco tiempo, y adquieren bastante consistencia. Estas tiras de lienzo se pueden aplicar tambien sobre los lodos de cera y resina. En defecto de clara de huevo se puede suplir con cola desleida en agua.

Lo primero que se debe atender antes de aplicar un lodo, sea el que fuese, sobre las junturas de los vasos, es sentar y asegurarlos bien, de suerte que no puedan recibir ningun movimiento. Quando se quiere enlodar el cuello de una retorta con el de un recipiente, deben escogerse uno y otro, de modo que se ajusten todo lo posible; y si no los hay de esta conformidad, se sujetarán los vasos introduciendo en el hueco que dexan los dos cuellos unas astillitas de madera ó unos pedacitos de corcho. Si los cuellos son muy desiguales, se elige un tapon de corcho que entre ajustado en el cuello del recipiente, y se le hace en medio un agujero redondo del tamaño necesario para recibir el cuello de la retorta.

Lo mismo debe hacerse con los tubos encorvados que hay que enlodar en los cuellos de los frascos, como se ve en la lám. IV fig. 1. Se escoge un tapon que ajuste bien al cuello del frasco, y se le taladra con la lima cónica representada en la lám. I fig. 16.

Quando en el mismo cuello hay que acomodar dos tubos, lo que sucede con freqüencia, principalmente quando no se tienen frascos de dos y tres

cuellos, se hacen al tapon dos ó tres agujeros, para que entren otros tantos tubos. Véase uno de estos tapones en la lám. IV fig. 8.

No se debe pasar á enlodar un aparato sin sujetarlo bien antes, para que no pueda moverse á ningun lado. Para esto se ablanda el lodo amasándole entre las manos; y quando esto no baste, como sucede en algunos dias de invierno, se calienta un poco: se forman de él unos pequeños cilindros dándoles vueltas entre los dedos, los quales se aplican sobre los vasos que se quieren enlodar, teniendo cuidado de apretarlos y aplastarlos bien sobre el vidrio, para que se peguen bien. Sobre el primer cilindro se pone otro bien apretado, y de modo que su borde solape sobre el anterior, y así sucesivamente. Por muy sencilla que parezca esta operacion, no todos la hacen con acierto, y se ve con freqüencia el tener que volver á empezarla varias veces sin poder acertar con ella: otros hay que la exécutan muy bien desde la vez primera. Puesto el lodo, se le cubre y sujeta, como he dicho anteriormente, con la vexiga y el hilo, ó con las tiras de lienzo embebidas en clara de huevo y cal. Repito que se debe tener mucho cuidado al tiempo de enlodar y envolver el hilo, pues de lo contrario se destruirá lo que se tenga hecho, y no se conseguirá jamas cerrar las vasijas como conviene.

No debe empezarse un experimento sin haber antes exâminado si estan bien puestos los lodos. Basta para esto calentar un poco la retorta *A*, lám. IV fig. 1, y soplar por alguno de los tubos $s\ s'\ s''\ s'''$; y la diferente presion que resulta debe variar el nivel del licor en todos los tubos; pero si sale el ayre por alguna parte del apara-

to, el licor vuelve á tomar al instante su nivel; y al contrario el aparato está bien cerrado si permanece constantemente ó mas alto ó mas baxo dicho nivel.

Se debe tener presente que el buen éxîto de los experimentos de la Química moderna depende del buen modo de enlodar, y de la paciencia y exâctitud con que se haga esta operacion; supuesto que no hay ninguna que pida mas cuidado y atencion.

Se haria un gran servicio á los Químicos, y con especialidad á los Químicos pneumáticos, en ponerlos en estado de no necesitar de lodos, ó á lo menos de disminuir considerablemente su número. Con esta mira habia imaginado primero unos aparatos cuyas partes se cerrasen por roce ó ajuste, como los tapones de los frascos de cristal; pero hallé grandes dificultades en la execucion; por lo que preferí substituir á los lodos unas columnas de mercurio de algunas líneas de elevacion, y acabo de hacer construir con esta idea un aparato que voy á describir, y cuyo uso puede ser útil y cómodo en muchísimas circunstancias.

Consiste en un frasco A, lám. XII fig. 12, de duplicado cuello: el interior *b c* se comunica con la parte de adentro del frasco; y el exterior *d e* dexa un intervalo entre él y el anterior, y forma al rededor una canalita profunda *d b c e*, donde se echa el mercurio. En esta canal entra y se ajusta la tapadera de vidrio B, que tiene por la parte de abaxo unas muescas por donde pasan los tubos de vidrio para conducir los gases que se desprenden. En lugar de entrar estos tubos directamente en el frasco A, como en los aparatos regulares, dan una vuelta antes, véase la fig. 13, para

introducirse en la canalita, y pasar por debaxo de las muescas de la tapadera B, y vuelven á subir despues para entrar en el frasco, pasando por encima de los bordes del cuello interior.

Es claro que colocados los tubos en su lugar, bien sujeta la tapadera B, y llena de mercurio la canal *d b c e*, se halla cerrado el frasco sin comunicar ya con la parte exterior si no por los tubos.

Un aparato de esta especie será muy cómodo para muchos experimentos; pero no se podrá usar para la destilacion de las materias que tengan accion sobre el mercurio.

Mr. Seguin, cuya inteligencia y actividad me ha sido de mucha utilidad en varias ocasiones, ha encargado en las fábricas de vidrio retortas que ajusten herméticamente á los recipientes, de modo que será posible se llegue á no necesitar de ningun lodo. Véase en la lám. XII fig. 14, un aparato dispuesto segun los principios que acabo de exponer.

CAPITULO VII.

De las operaciones relativas á la combustion propiamente dicha, y de la detonacion.

No es otra cosa la combustion, segun lo expusimos en la primera parte de esta obra, sino la descomposicion del gas oxîgeno hecha por un cuerpo combustible. El oxîgeno, que es la base de este gas, es absorbido, y el calórico y la luz quedan libres y se desprenden: de modo que toda combustion lleva consigo la idea de oxîgenacion; pero la oxîgenacion no supone combustion, porque esta última no puede verificarse sin desprendimiento de luz y de calórico. Para que se verifique la combustion es necesario que la base del gas oxîgeno tenga mas afinidad con el cuerpo combustible que con el calórico; pero esta atraccion electiva, segun la expresion de Mr. Bergman, no se executa sino á cierto grado de temperatura, diverso para cada sustancia combustible, de donde se infiere la necesidad de dar el primer movimiento á la combustion, aproxîmándole un cuerpo caliente. Esta necesidad de calentar el cuerpo que se quiere quemar, depende de unas consideraciones que no han fixado hasta ahora la atencion de ningun Físico, y en las que me tomo la libertad de detenerme por algunos instantes, pues se verá que no dexan de tener alguna conexîon con el asunto que estoy tratando.

El estado actual en que vemos la naturaleza, es un estado de equilibrio, al qual no ha podido llegar ella sino despues de hechas todas las combustiones espontáneas posibles al grado de calor en

que vivimos: de lo que han resultado todas las oxígenaciones posibles. Por consiguiente no puede haber nuevas combustiones ni oxîgenaciones á no salir de este estado de equilibrio, y no hacer pasar las sustancias combustibles á una temperatura mas elevada. Aclaremos lo abstracto de esta idea con un exemplo. Supongamos que se mudase la temperatura habitual de la tierra, quedando igual á la del agua hirviendo. Es evidente que siendo combustible el fósforo á un grado de calor mas inferior, no exîstiria en la naturaleza en su estado de pureza y simplicidad, sino que se presentaria siempre en estado de ácido; esto es, oxîgenado, y su radical entraria en el número de las sustancias desconocidas. Lo mismo sucederia sucesivamente con todos los cuerpos combustibles si fuese subiendo mas y mas la temperatura de la tierra, y se llegaria en fin á un punto en que estarian hechas todas las combustiones posibles, en que no podria ya haber cuerpos combustibles, en que todos estarian oxîgenados, y por consiguiente serian incombustibles.

Repitamos pues que no pueden exîstir para nosotros otros cuerpos combustibles, sino los que son incombustibles en la temperatura en que vivimos; ó lo que es lo mismo, que es de esencia de todo cuerpo combustible no poder gozar de esta propiedad, sino en quanto se le caliente y se le hace pasar al grado de calor en que se efectua su combustion. En llegando á este punto empieza la combustion, y el calórico que se desprende de la descomposicion del gas oxîgeno, mantiene el grado de temperatura necesaria para continuarla. Quando el calórico, suministrado por la descomposicion del gas oxîgeno, no es suficiente

para mantener el grado de calor necesario para la combustion, cesa esta: y esto es lo que queremos dar á entender quando decimos, que tal cuerpo arde mal, ó que es dificilmente combustible.

Aunque la combustion tiene alguna analogía con la destilacion, sobre todo con la compuesta, se diferencian no obstante en un punto esencial. En la destilacion hay separacion de una parte de los principios del cuerpo que se destila, y combinacion de estos mismos principios en otro órden determinado por las afinidades que tienen en la temperatura en que se hace la destilacion; pero en la combustion hay ademas adicion de un nuevo principio, qual es el oxîgeno, y disipacion de otro, qual es el calórico.

Esta necesidad de emplear el oxîgeno en estado de gas, y de determinar con exâctitud sus cantidades, es lo que hace embarazosos los experimentos relativos á la combustion. Otra dificultad inseparable de estas operaciones es la que nace de que los productos, que suministran, se desprenden casi siempre en el estado de gas: y si es pues dificultoso de retener y reunir los productos de la destilacion, todavia lo es mas el recoger los de la combustion: por esta razon no lo ha intentado ninguno de los Químicos antiguos, y este género de experimentos se debe absolutamente á la Química moderna.

Ya que hemos hablado en general del objeto ó fin que deben tener los experimentos relativos á la combustion, pasaré á describir los aparatos que he dispuesto con la misma idea. No adoptaré en los artículos que compondrán este capítulo ninguna division relativa á la naturaleza de los combustibles: pues los iré colocando segun la naturaleza de los aparatos que convienen á su combustion.

§. I.

De la combustion del fósforo y del carbon.

Aunque en la página 40 del tomo primero he dado la descripcion de los aparatos que he empleado para la combustion del fósforo y del carbon, como mi principal idea era entonces dar el resultado de estas operaciones, y no la de enseñar su práctica, tal vez no me habré extendido lo bastante acerca de la manipulacion de este género de experimentos.

Para hacer la combustion del fósforo ó del carbon, se llena primero de gas oxígeno una campana A de tres azumbres a lo menos de capacidad en el aparato pneumato-quimico, lám. V fig. 1. En estando bien llena de suerte que el gas empiece á salir por debaxo de ella, se pasa esta campana al baño de mercurio, lám. IV fig. 3, tapándola con un platillo de vidrio ó de loza bien chato. Despues se seca bien la superficie del azogue, así por lo interior como por lo exterior de la campana con un papel de estraza. Esta operacion necesita algunas precauciones: si no se tiene cuidado de mantener el papel por algun tiempo enteramente sumergido en el mercurio antes de introducirle debaxo de la campana, se haria pasar á ella algo de ayre comun, el qual se une con mucha tenacidad al papel.

Se tiene ademas una tacita ó cápsula chata de hierro ó de china D, en la que se coloca el cuerpo que se quiere quemar, despues de haberle pesado exâctamente en el peso de ensayes: dicha tacita se cubre con otra P algo mayor, que

hace para con ella el oficio de la campana del buzo; y todo se hace pasar al traves del mercurio: hecho esto se vuelve á sacar la taza P por el mercurio; pues en cierto modo no servia mas que para tapar á la otra. Se puede excusar el embarazo y dificultad de tener que pasar las sustancias por medio del azogue, levantando uno de los lados de la campana por un instante casi indivisible, é introduciendo por allí la taza con el cuerpo combustible; pues aunque en este caso se mezcla algo de ayre comun con el gas oxîgeno, es en tan corta cantidad que no perjudica al éxîto ni exâctitud del experimento.

Introducida en la campana la taza D, lám. IV fig. 3, se extrae una porcion de su oxîgeno hasta elevar el mercurio á la altura E F, pues de lo contrario luego que se encendiese el cuerpo combustible, se dilataria el ayre con el calor, y saldria una porcion por debaxo de la campana, lo que impediria el poder hacer ningun cálculo exâcto sobre las cantidades. El ayre se extrae chupando con un tubo de cristal encorvado G H I, que se introduce en la campana por la parte inferior con un pedazo de papel arrollado en su extremo I, para que no se llene de mercurio.

Chupando el ayre con cierta maña se puede elevar una columna de mercurio á muchas pulgadas de elevacion sobre su nivel, y si no se hace mas que aspirar el ayre con el pulmon no se conseguirá elevarlo sino á una pulgada ó pulgada y media á lo mas haciendo todo el esfuerzo posible, al paso que por la accion de los músculos de la boca, se puede elevar sin fatigarse ó á lo menos sin incomodarse hasta seis y siete pulgadas. Aun es mas cómodo el servirse de una bom-

bita que se ajusta al tubo curvo G H I; y con ella se puede elevar el mercurio quanto se quiera, con tal que no pase de 28 pulgadas.

Si el cuerpo combustible es muy inflamable como sucede al fósforo, se enciende con un hierro encorvado M N, lám. IV fig. 16 hecho ascua, y se introduce con prontitud en la campana: luego que toca al fósforo le inflama. Para los cuerpos menos combustibles, como el hierro, algunos otros metales, el carbon, &c. se pone sobre un poco de yesca un átomo el fósforo: se enciende este último con el hierro encorvado hecho ascua; el fuego se comunica á la yesca, y de esta al cuerpo combustible.

En el primer instante de la combustion se dilata el ayre y baxa el mercurio; pero quando no se forma ningun fluido elástico, como sucede en la combustion del hierro y fósforo, la absorcion se hace al instante sensible, y sube el mercurio á mucha altura en la campana. Por lo que es preciso tener gran cuidado de no quemar mucha cantidad de cuerpo combustible en una cantidad determinada de ayre, pues de lo contrario la taza se arrimaria demasiado á la cúpula ó parte superior de la campana al fin de la combustion, lo que junto con el mucho calor que resulta podria ocasionar su rotura.

En el capítulo II, § V y VI he hablado de las operaciones relativas á la medida del volúmen de los gases, y de las correcciones que se han de hacer con respecto á la altura del barómetro y al grado del termómetro; por lo que nada tengo que añadir sobre el asunto, mayormente quando el exemplo que expuse pág. 41, está sacado ó tomado precisamente de la combustion del fósforo.

La misma práctica se puede seguir con buen éxîto para la combustion de todas las sustancias concretas, y aun para la de los aceytes fixos: estos últimos se queman en lámparas que se encienden fácilmente debaxo de la campana por medio del fósforo, la yesca y un hierro hecho ascua; pero este método suele ser á veces peligroso para las sustancias que pueden evaporarse á un mediano grano de calor, como el éter, el espíritu de vino, y los aceytes esenciales. Estas sustancias volátiles se disuelven en gran cantidad en el gas oxîgeno; y al encenderlas resulta una detonacion repentina, que rompe y despide la campana á una grande altura. Me han sucedido dos de estas detonaciones, de las quales unos individuos de la Academia y yo pensamos ser víctimas.

Este método tiene ademas un inconveniente de grande consideracion: aunque con él se puede determinar con alguna exâctitud la cantidad del gas oxîgeno absorbido, y la de ácido carbónico formado, no son estos solos los productos que resultan de la combustion: supuesto que siempre que se hace el experimento con materias vegetales y animales, se forma tambien agua, porque todas ellas contienen superabundancia de hidrógeno; y el aparato que acabo de describir no sirve para recogerla ni para determinar su cantidad. Aun para el ácido fosfórico es tambien incompleto este experimento, puesto que por este método es imposible demostrar que el peso del ácido es igual á la suma del fósforo y del gas oxîgeno absorbido. Por todo lo qual me ha sido preciso variar los aparatos de la combustion segun las circunstancias, y emplear muchos de diversas especies, de cada uno de los quales voy á dar una idea: y empezaré por

el que sirve para la combustion del fósforo.

Tómese un recipiente grande A de vidrio blanco ó de cristal, lám. IV fig. 4, cuya abertura E F debe ser de dos y media á tres pulgadas de diámetro. Tápese con una plancha de laton pulimentado con esmeril, y taladrada por dos partes para que pasen los tubos *x x x y y y*.

Antes de cerrar el recipiente con su plancha ó lámina se introduce en él una taza de china D, que se pone sobre el pedestal B C, y en la qual se coloca el fósforo: enlódase despues la plancha de cobre al recipiente en E F con lodo al óleo, cubierto con tiras de lienzo embebidas en clara de huevo y cal. Déxese secar por muchos dias, y pésese todo con un buen peso. Hecho esto ajústese una bomba ó máquina pneumática al tubo *x x x*, y extráigase el ayre del recipiente, é introdúzcase despues el gas oxîgeno por el tubo *y y y*, por medio del gasómetro representado en la lám. VIII fig. 1, y que se halla descrito en el capítulo II §. II. Enciéndase el fósforo con un espejo-ustorio, y déxesele arder hasta que la nube que se origina de ácido fosfórico concreto que se forma, detenga la combustion. Desenlódese entonces, y pésese el recipiente; y restando de su peso total el de la tara, se tendrá el del ácido fosfórico que contiene. Para mayor exâctitud conviene exâminar el ayre ó el gas contenido en el recipiente despues de la combustion; porque puede ser mas ó menos pesado que el ayre comun, y en los cálculos relativos al experimento, es preciso contar con esta diferencia de peso.

Las mismas razones que tuve para construir un aparato particular para la combustion del fósforo, me hiciéron tomar el mismo partido respecto al

carbon. El aparato para este último consiste en un hornito cónico hecho de cobre batido, representado en perspectiva en la lám. XII fig. 9, y visto interiormente fig. 11. En ella se distingue el horno propiamente tal A B C, en el que se debe hacer la combustion del carbon, la rejilla *d e*, y el cenicero F. En medio del horno hay un cañon de H, por el qual se introduce el carbon, y sirve al mismo tiempo de chimenea para evacuar el ayre que ha servido para la combustion.

Por el cañon *l m n* que comunica con el gasómetro, pasa el ayre que ha de servir para mantener la combustion: dicho ayre se esparce por la capacidad del cenicero F, y la presion que le comunica el gasómetro le obliga á pasar por la rejilla *d e*, y á soplar los carbones que estan colocados inmediatamente sobre ella.

El gas oxîgeno que compone $\frac{28}{100}$ del ayre atmosférico, se convierte, como se sabe en gas ácido carbónico en la combustion del carbon; y como el gas azoe no padece alteracion, debe quedar despues de la combustion una mezcla de gas azoe, y de gas ácido carbónico. Para dar salida á esta mezcla se ha adaptado á la chimenea G H un cañon *o p*, que se dirige por el punto G, de suerte que no dexe salir nada de ayre. Por este cañon se conduce la mezcla de estos gases á unos frascos llenos de potasa disuelta en agua, y bien despojada de ácido carbónico. El gas ácido carbónico al pasar por este líquido se combina con la potasa, y únicamente queda el gas azoe, el que se recibe en otro gásómetro para determinar su cantidad.

Una de las dificultades que presenta el uso de este aparato, es el encender el carbon y dar principio á la combustion: he aquí el modo de ven-

cerla. Antes de llenar de carbon el hornillo ABC, se determina su peso con un peso bueno, de modo que haya seguridad de no haber cometido mayor error que el de uno ó dos granos: despues se introduce en la chimenea GH el cañon RS, fig. 10, cuyo peso debe estar igualmente bien determinado. Este cañon está abierto por sus dos extremos: el extremo G debe baxar hasta la rejilla *d e*, y ocuparla enteramente, y no se introduce el carbon hasta que ya esté colocado en esta conformidad; se le pesa entonces de nuevo para conocer la cantidad de carbon que se ha introducido. Hecho esto se pone el hornillo en su lugar, se une á tornillo el cañon *l m n*, fig. 9, con el cañon que comunica con el gasómetro y el tubo *o p*, con el que se dirige á los frascos llenos de potasa; y en el momento en que se quiere comenzar la combustion se abre la llave del gasómetro, y se echa un carboncito encendido por el extremo R del cañon RS, el qual cae á la rejilla y se mantiene encendido por la corriente de ayre. Entonces se quita con prontitud el cañon RS: se tornilla en la chimenea el cañon *o p* destinado para evacuar el ayre, y se continúa la combustion. Para asegurarse de que efectivamente ha comenzado, y que la operacion ha salido bien, se ha dispuesto un cañon *q r s* que en su extremo *s* tenga un vidrio asegurado con argamasa ó betun, por medio del qual se puede ver si el carbon está encendido. Se me olvidó prevenir que este hornillo con todos sus adherentes está metido en una especie de artesa prolonga TVXV, fig. 11 llena de agua, y si fuere necesario de hielo, para disminuir quanto se quiera el calor de la combustion. Este calor nunca es muy vivo, porque la com-

bustion se hace á proporcion del ayre que surte el gasómetro, y porque solo se quema el carbon que está tocando á la rejilla. A medida que se consume una molécula de carbon, cae otra en virtud de la inclinacion de las paredes del hornillo; se presenta al corriente de ayre que atraviesa la rejilla *d e*, y arde como la primera.

El ayre que ha servido para la combustion atraviesa la porcion de carbon que está aun sin quemar, y en fuerza de la presion que exerce el gasómetro sale por el tubo *o p*, y atraviesa los frascos llenos de álkali. Se ve claro que en este experimento se obtienen todos los datos necesarios para tener una analisis completa del ayre atmosférico y del carbon. En efecto se conoce el peso del carbon: por medio del gasómetro se logra la medida del ayre empleado en la combustion: se puede determinar la calidad y cantidad del que queda despues de la combustion: se tiene el peso de la ceniza que se ha juntado en el cenicero; y en fin el aumento de peso que han recibido los frascos de la potasa, se inferirá la cantidad formada de ácido carbónico. Por medio de esta operacion se puede averiguar igualmente con mucha exâctitud la proporcion de carbon y de oxîgeno que entran en dicho ácido.

Daré cuenta en las Memorias de la Academia de la continuacion de los experimentos que he emprendido con este aparato sobre todos los carbones vegetales y animales. No es dificil el echar de ver que con un corto número de variaciones se puede hacer una máquina á propósito para observar los principales fenómenos de la respiracion.

§. II.

De la combustion de los aceytes.

Siendo el carbon una sustancia simple, á lo menos quando está puro, no necesita para su combustion de un aparato muy complicado. Todo se reduce á abastecerle del gas oxîgeno necesario para su combustion, y á separar despues del gas azoe, el gas ácido carbónico que se haya formado. Los aceytes son unas sustancias mas compuestas, pues constan á lo menos de la combinacion de dos principios, que son el carbon y el hidrógeno; de manera que despues de quemados en el ayre comun, sus productos son agua, gas ácido carbónico y gas azoe. El aparato pues que se use para este género de experimentos, debe tener por objeto separar y recoger estas tres especies de productos.

Para quemar los aceytes me valgo de un bote grande de cristal A, lám. XII fig. 4, con su tapa fig. 5: esta vasija está guarnecida de un cerco de hierro BCDE, que se ajusta exâctamente en DE, y se sujeta con betun ó argamasa sólidamente. El diámetro de este cerco se aumenta en BC, y dexa entre él y las paredes de la vasija un intervalo ó canal *xxxx* que se llena de mercurio: la tapa representada en la fig. 5, tiene en *fg* una abrazadera de hierro que encaxa en la canal *xxxx* del bote, y entra en el mercurio. Por este medio el bote A puede cerrarse en un instante herméticamente y sin lodo; y como la canal puede contener una columna de mercurio de dos pulgadas, es claro que el ayre contenido en el bote podrá

sufrir una presion de mas de dos pies de agua, sin peligro de que venza la resistencia del mercurio.

La tapa fig. 5 tiene ademas quatro agujeros para dar paso á otros tantos tubos. La abertura T está guarnecida primeramente de una caxa de cuero, al traves de la qual debe pasar la aguja ó vástago de metal, representada en la fig. 3. Esta aguja sirve para subir ó baxar la torcida de la lámpara, como explicaré despues. Los otros tres agujeros estan destinados, á saber, el primero *h* para dar paso al tubo que ha de servir para introducir el aceyte: el segundo *i* para el que ha de dar ayre á la lámpara, á fin de mantener la combustion: y el tercero *k* para el tubo que ha de dar salida á este mismo ayre, despues que ha servido para la combustion.

La lámpara donde se ha de quemar el aceyte dentro del bote, está representada separadamente en la fig. 2 de la misma lámina: en ella se manifiesta el depósito *a* para el aceyte, con una especie de embudo para llenarle, como tambien la cantimplora *b c d e f g h*, que suministra el aceyte á la lámpara, y el tubo 7, 8, 9, 10, por donde pasa el ayre del gasómetro á la misma lámpara.

El tubo *b c* está taladrado exteriormente en su parte inferior *b*, y se tornilla en una hembra que tiene la tapa del depósito A: con este arbitrio dando vuelta al depósito se le puede hacer subir ó baxar, y llevar el aceyte á la lámpara hasta el nivel que se juzgue á propósito.

Quando se quiere llenar la cantimplora y establecer la comunicacion entre el aceyte del depósito *a* y el de la lámpara 11, se cierra la llave *c*, se abre la de *e*, y se vierte el aceyte por la abertura *f*, que está en la parte superior de la can-

timplora. Luego que se ve llegar el aceyte á la lámpara 11, á un nivel como de tres á quatro líneas de sus bordes, se cierra la llave *k*, y se continúa echando aceyte por la abertura *e* hasta llenar la parte *b c d*. Entonces se cierra la llave *f*, y como los dos brazos de la cantimplora estan llenos enteramente de aceyte, queda establecida la comunicacion del depósito con la lámpara.

La fig. 1 de la misma lám. XII representa el perfil de la lámpara en grande, para hacer mas perceptibles sus partes: *i k* es el tubo que conduce el aceyte: *a a a a* la capacidad que ocupa la torcida; y 9 10 el tubo por donde va el ayre á la lámpara. Este ayre se esparce en la capacidad *d d d d d d*, y despues se distribuye por las canales *c c c c*, *b b b b* interior y exterior de la torcida, al modo de las lámparas de Argand, Quinquet y Lange.

Para dar á conocer mejor el conjunto de este aparato, y para que su descripcion facilite mas la inteligencia de todos los demas de su especie, lo he representado completamente en perspectiva, lámina XI. En ella se ve el gasómetro P que abastece de ayre: la prolongacion 1 y 2 por donde sale, y está guarnecida de una llave I: el tubo de comunicacion 2 y 3 entre el primer gasómetro y el segundo que se llena mientras se desocupa el primero, para que nunca falte ayre en la operacion: el tubo de vidrio 4 y 5 con pedazos medianos de una sal deliqüescente, para que pasando el ayre por entre ellos deposite mucha parte del agua que tenga en disolucion. Como se conoce el peso del tubo y el de la sal deliqüescente que contiene, siempre es fácil averiguar la cantidad de agua que ha absorbido.

Desde el tubo 4 y 5, que llamaré tubo deliqüescente, pasa el ayre á la lámpara 11, por el tubo 5, 6, 7, 8, 9, 10: en llegando el ayre á este punto se divide: una parte va á alimentar la llama exteriormente, y la otra por su interior, al modo de lo que sucede en las citadas lámparas de Argand, Quinquet y Lange. Este ayre, del qual una parte ha servido para la combustion del aceyte, forma con él, oxîgenándolo, gas ácido carbónico y agua. Parte de esta agua se condensa en las paredes del bote A, y la restante se mantiene disuelta en el ayre por el calor de la combustion; pero este ayre, impelido por la presion que recibe del gasómetro, se ve obligado á pasar por el tubo 12, 13, 14 y 15, y de allí al frasco 16, y al serpentin 17, 18, donde acaba de condensarse el agua á proporcion que se enfria el ayre. Si quedase en fin algo de agua disuelta en el ayre, la absorberá la sal deliqüescente del tubo 19 y 20.

Todas las precauciones que acaban de indicarse no tienen otro objeto sino recoger el agua que se ha formado, y determinar su cantidad: falta despues que valuar el ácido carbónico y el gas azoe, lo que se consigue por medio de los recipientes ó vasijas 22 y 25, llenos hasta la mitad de potasa líquida despojada de ácido carbónico por medio de la cal. El ayre que ha servido para la combustion es conducido á ellos por los tubos 20, 21, 23 y 24, donde deposita el gas ácido carbónico que contiene.

Para simplificar esta figura solo se han puesto dos recipientes llenos de potasa en licor; pero se necesitan emplear muchos mas, y yo creo que no pueden ser menos de nueve. Es muy conveniente poner agua de cal en el último, por ser

el reactivo mas seguro y sensible para reconocer el ácido carbónico: si no se enturbia se puede asegurar que no queda gas ácido carbónico en el ayre, á lo menos sensiblemente.

El ayre que ha servido para la combustion y que ya ha pasado por los nueve recipientes, no debemos creer que sea gas azoe puro: pues aun está mezclado de una porcion bastante considerable de gas oxîgeno que se ha libertado de la combustion. Esta mezcla de ayres se hace pasar por medio de una sal deliqüescente contenida en el tubo de vidrio 28 y 29, para despojarla de las porciones de agua que haya podido disolver al atravesar los recipientes de potasa y de agua de cal: en fin el residuo de ayre se pasa á un gasómetro por el tubo 29 y 30: se determina allí su cantidad, y se toma porcion de él para ensayarla con el sulfureto de potasa, á fin de averiguar la porcion que contiene de gas oxîgeno y de gas azoe.

Es cosa sabida que en la combustion de los aceytes la torcida se convierte en carbon, y se obstruye al cabo de cierto tiempo; como tambien que ella debe tener cierta longitud determinada para que no suba mas aceyte por sus tubos capilares, que el que pueda consumir el corriente de ayre, y no humee ó dé tufo la lámpara. Por consiguiente conviene poderla alargar ó acortar sin abrir el aparato; y esto se consigue por medio de la aguja 31, 32, 33 y 34, que pasa al traves de una caxa de cuero, y que equivale á un *portamecha*: se le ha dado á esta aguja un movimiento muy sencillo por medio de un piñon que engrana en una barra dentada, como se puede ver en la lám. XII fig. 3.

Me ha parecido tambien que se hacia mejor la combustion, haciendo pasar la llama de la lámpara por un cilindro pequeño de vidrio abierto por sus dos extremos. Este cilindro colocado ya como debe estarlo se ve representado en la lám. XI.

No me extenderé mas sobre la construccion de este aparato, que es susceptible de otras variaciones y modificaciones. Me contentaré con añadir que lo primero que debe hacerse quando se quiere hacer algun experimento, es pesar la lámpara con su depósito y con el aceyte que contiene: en seguida se coloca en su sitio, y se enciende: luego que se haya suministrado ayre abriendo la llave del gasómetro, se coloca el bote A, y se sujeta por medio de una planchita B C, sobre la qual descansa, y de dos pernios de hierro que la atraviesan, y se atornillan en la tapa.

Por este método se quema y pierde un poco del aceyte mientras se ajusta la tapa al bote: tambien se escapa una pequeña porcion de ayre del gasómetro, sin poderla recoger; pero estas pérdidas ādemas de que se pueden valuar, no merecen ninguna atencion en los experimentos en grande.

Daré cuenta en las Memorias de la Academia de las dificultades particulares anexâs á este género de experimentos, y de los medios de vencerlas; pero son tales que no me han permitido hasta ahora obtener unos resultados bien exâctos en órden á las cantidades. Tengo bien probado que los aceytes fixos se resuelven enteramente en agua y en gas ácido carbónico: y que se componen de hidrógeno y de carbono, aunque no estoy cierto de sus proporciones.

§. III.

De la combustion del espíritu de vino ó alkool.

Puede hacerse en rigor la combustion del alkool en el aparato descrito para la del carbon y del fósforo. Se coloca debaxo de una campana A, lám. IV fig. 3, una lámpara llena de alkool: se pone en la torcida un átomo de fósforo, y se enciende con un hierro encorvado, metiéndolo por debaxo de la campana; pero este método está expuesto á muchos inconvenientes. Seria desde luego imprudencia emplear gas oxîgeno á causa de la detonacion, de cuyo peligro tampoco se está libre enteramente aun empleando el ayre atmosférico, pues yo hice con el una prueba en presencia de algunos miembros de la Academia, y creimos nos fuese funesta. En lugar de preparar el experimento en el momento mismo en que iba á hacerlo, como acostumbraba otras veces, lo dispuse el dia anterior: de modo que el ayre atmosférico contenido en la campana, tuvo tiempo suficiente para disolver el alkool; y ayudó tambien á su evaporacion la altura de la columna de mercurio que elevé hasta E F, lám. IV fig. 3. En conseqüencia, en el instante en que quise encender el pedacito de fósforo y la lámpara con el hierro hecho ascua, se hizo una violenta detonacion que despidió é hizo mil pedazos la campana contra el techo del laboratorio: vista la imposibilidad en que nos hallamos de operar con el gas oxîgeno, resulta que no pueden quemarse por este medio sino unas cantidades muy cortas de alkool de 10 á 12 granos; y los errores que se pueden cometer en unas can-

tidades tan pequeñas, no permiten se tenga mucha confianza en los resultados. En las Memorias de la Academia de 1784 pág. 593, dí parte de algunos experimentos, en los que procuré prolongar la duracion de la combustion, encendiendo la lámpara del alkool en el ayre, y suministrando despues gas oxîgeno en la campana á medida de lo que se consumia; pero el ácido carbónico que se forma se opone á la combustion, mayormente siendo el alkool poco combustible, y ardiendo con dificultad en un ayre peor que el comun: tampoco se pueden quemar por este medio sino unas cantidades muy cortas de alkool.

Acaso saldria bien esta combustion en el aparato representado en la lám. XI; pero no me he atrevido á ponerla por obra. Como el bote A donde se hace la combustion tiene cerca de 1400 pulgadas cúbicas de capacidad, si hubiese detonacion en una vasija tan grande, tendria conseqüencias muy terribles, de las que seria dificil libertarse. Sin embargo no he renunciado el intentarla.

En vista de tantas dificultades me he limitado hasta aquí á experimentos muy en pequeño sobre el alkool, ó á combustiones hechas en vasos abiertos, como en el aparato representado en la lám. IX fig. 5, de los quales daré la descripcion en el §. V de este capítulo.

Mas adelante volveré á continuar este trabajo, si puedo conseguir á lo menos vencer los obstáculos que me ha presentado hasta ahora.

§. IV.

De la combustion del éter.

La combustion del éter en vasos cerrados no tiene precisamente las mismas dificultades que la del alkool; pero la acompañan otras de distinta especie que no son menos dificiles de vencer, y que aun al presente me detienen.

Creia que para efectuar esta combustion podia valerme de la propiedad que tiene el éter de disolverse en el ayre atmosférico, y hacerle inflamable sin detonacion. Con esta idea hice construir un deposito de éter *a b c d*, lám. XII fig. 8, al que se conduce el ayre del gasómetro por un tubo 1, 2, 3, 4. Este ayre se esparce desde luego por un fondo doble hecho en la parte superior *a c* del deposito: se distribuye en él por siete tubos descendentes *e f*, *g h*, *i k*, &c. y la presion que le comunica el gasometro le obliga á pasar al traves del éter contenido en la vasija *a b c d*.

A medida que el ayre va disolviendo y llevando consigo el éter del depósito *a b c d*, se puede ir abasteciendo otro nuevo por medio de un segundo deposito E, sostenido por el tubo de cobre *o p* de 15 á 18 pulgadas de altura, y cerrado con su llave. Me ha sido preciso dar bastante altura á este tubo, para que el éter contenido en el depósito E pueda vencer la resistencia ocasionada por la presion que exerce el gasómetro.

Cargado así el ayre de vapores de éter, vuelve á entrar en el tubo 5, 6, 7, 8, 9, por el qual es conducido á la vasija A, de donde sale por un cañoncito muy delgado, á cuyo extremo se le en-

ciende. Este mismo ayre despues que ha servido para la combustion pasa por el frasco 16 lám. XI, por el serpentin 17 y 18, y por el tubo deliqüescente donde deposita el agua que lleva en disolucion, y el gas ácido carbónico que absorbe despues el álkali contenido en los recipientes 22 y 25.

Suponia quando hice construir este aparato que la combinacion del ayre atmosférico y del éter, que se hace en el depósito *a b c d*, lám. XII fig. 5, estaba en la proporcion conveniente para la combustion; pero me engañaba, pues hay un exceso de éter muy considerable, y por consiguiente se necesita nueva combinacion de ayre atmosférico para efectuar la combustion total. De donde resulta que una lámpara construida de esta manera arde en el ayre comun, el que suministra la cantidad de oxîgeno que falta para la combustion; pero no luce en vasijas donde no se renueva el ayre, y se apaga poco tiempo despues de haberla encerrado en el bote A, lám. XII fig. 8. Para remediar este inconveniente procuré conducir ayre atmosférico á esta lámpara por un tubo lateral, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, y lo distribuí circularmente al rededor de la torcida; pero por mas leve que fuese el corriente de ayre, la llama estaba tan agitada y adheria tan poco á la torcida, que bastaba para apagarla: por manera que hasta ahora no he podido conseguir la combustion total del éter. Sin embargo no desespero conseguirla con algunas correcciones que he mandado hacer en este aparato.

§. V.

De la combustion del gas hidrógeno y de la formacion del agua.

La formacion del agua tiene la particularidad, que las dos sustancias que concurren, á saber, el oxîgeno y el hidrógeno, se hallan en el estado aeriforme antes de la combustion; y ambos se transforman por esta operacion en una sustancia líquida qual es el agua.

Seria pues muy sencilla esta combustion, y no exîgiria aparatos muy complicados, si fuese posible obtener los dos gases citados perfectamente puros, y que fuesen combustibles sin quedar ningun residuo. Entonces podria hacerse el experimento en vasijas pequeñas, y suministrando continuamente los dos gases en la proporcion conveniente, se continuaria indefinidamente la combustion. Pero los Químicos no han empleado hasta ahora sino gas oxîgeno mezclado con gas azoe: de donde ha resultado que no han podido mantener la combustion del gas hidrógeno sino por un tiempo corto y determinado en vasos cerrados, pues aumentándose continuamente el residuo del gas azoe se debilita y apaga la llama. Este inconveniente es tanto mayor quanto mas puro es el gas oxîgeno que se emplea: y es necesario ó suspender la combustion, y resolverse á no hacer el experimento sino con cantidades muy pequeñas, ó volver á extraer el ayre para echar fuera el gas azoe; pero en este último caso se evapora una porcion del agua que se ha formado, y resulta un error

en el cálculo por no haber método seguro para poderla apreciar.

Por esta razon deseo el poder repetir algun dia los principales experimentos de la Química pneumática con un gas oxîgeno exênto enteramente de toda mezcla de gas azoe, lo que se consigue por medio de la sal muriática oxîgenada. El gas oxîgeno que se extrae de esta sal parece que no contiene gas azoe sino accidentalmente; de suerte que con algunas precauciones se le podrá obtener perfectamente puro.

Mientras tanto pasaré á describir el aparato que empleamos Mr. Meusnier y yo para la combustion del gas hidrógeno: quando se consigan unos gases perfectamente puros, no habrá que hacer en él otra variedad que la de disminuir la capacidad de la vasija donde se hace la combustion.

Tomamos un matraz ó recipiente A de boca ancha, lám. IV fig. 5, y le ajustamos en ella una platina B C, que tenia soldado un regaton hueco de cobre *g* F D, cerrado por su parte superior, al qual vienen á parar tres tubos. El primero *d d d*, que se termina en *d*, por una abertura tan pequeña que apenas puede pasar una aguja delgada, tiene comunicacion con el gasómetro representado en la lám. VIII fig. 1, lleno de gas hidrógeno. El tubo opuesto *g g* se comunica con otro gasómetro semejante, lleno de gas oxîgeno: el tercero *h h* se adapta á una máquina pneumática para poder extraer el ayre del recipiente A: finalmente la platina tiene un agujero guarnecido de un tubo de vidrio por el que pasa un alambre de metal *g* L, en cuyo extremo hay una bolita de cobre L, para comunicar una chispa eléctrica de L á D, y encender el gas hidrógeno conducido por el tubo D D D.

Para que los dos gases lleguen lo mas secos que sea posible, se llenan dos tubos MM NN de cerca de pulgada y media de diámetro y de un pie de largo, con potasa concreta bien despojada de ácido carbónico en pedazos bastante gruesos, para que los gases pudiesen pasar libremente por sus intersticios. Despues he experimentado que el nitrate ó muriate de cal bien secos y en pedazos gruesos eran preferibles á la potasa, y que robaban mas agua á una cantidad determinada de ayre.

Para hacer uso de este aparato se extrae primeramente el ayre del recipiente A por medio de la máquina pneumática ajustada al tubo F H *h*, y despues se introduce en él el gas oxîgeno dando vuelta á la llave *r* del tubo *g g*: y observando el grado del limbo del gasómetro antes y despues de introducir el gas, se conocerá la cantidad que ha entrado en el recipiente. Se abre despues la llave *s* del tubo DDD, á fin de que entre el gas hidrógeno; y bien sea con una chispa eléctrica, ó bien con una botella de Leyden, se hace pasar al instante una chispa eléctrica de la bola L á la extremidad *d* del tubo, por el qual sale el gas hidrógeno, y se enciende en el momento. Para que la combustion no sea ni muy lenta ni muy rápida, es necesario que el gas hidrógeno llegue con una presion de pulgada y media á dos pulgadas de agua; y que por el contrario el gas oxîgeno no llegue sino con tres líneas de presion á lo mas.

Luego que ha empezado la combustion continúa por sí sola, pero debilitándose á proporcion que se aumenta la cantidad de gas azoe que queda de la combustion de los dos gases. Llega por fin un punto en que es tal la porcion de gas azoe, que no puede seguir adelante la combustion, y

se apaga la llama. Pero se debe evitar que no llegue este caso; porque habiendo mayor presion en el depósito del gas hidrogeno que en el del gas oxîgeno, se originaria en el recipiente una mezcla de los dos gases, y de allí pasaria al depósito del gas oxîgeno. Por lo tanto es preciso suspender la combustion cerrando la llave del tubo D D D, luego que se nota que la llama se debilita hasta cierto punto, y tener mucho cuidado para no dexarse sorprehender.

A continuacion de la primera combustion efectuada en la forma dicha, se puede hacer otra segunda, tercera, &c. para lo qual se vuelve á extraer el ayre como en la vez primera: se llena el recipiente de gas oxîgeno, se abre la llave del tubo que conduce el gas hidrógeno, y se enciende con la chispa eléctrica.

Durante todas estas operaciones el agua formada se condensa en las paredes del recipiente, y gotea por todas partes, y se congrega en el fondo, cuyo peso es fácil de averiguar conociendo de antemano el del recipiente. Mas adelante daremos cuenta Mr. Meusnier y yo de todas las circunstancias del experimento que hicimos con este aparato en los meses de Enero y Febrero de 1785, en presencia de una gran parte de los individuos de la Academia; el qual hicimos con tales y tantas precauciones, que le tenemos por exâcto. Segun nuestros resultados 100 libras de agua se componen de 85 de oxîgeno, y de 15 de hidrógeno.

Hay otro aparato para la combustion, con el qual no pueden hacerse experimentos tan exâctos como con el precedente; pero da un resultado muy particular y digno de que se hable de él en un

curso de Física y Química. Consiste en un serpentin EF, lám. XI fig. 5 encerrado en un tubo de metal ABCD. A la parte superior E del tubo de este serpentin, se ajusta una chimenea GH, compuesta de dos tubos, á saber, de la continuacion del serpentin y de un tubo de hoja de lata que le rodea. Estos dos tubos dexan entre sí un intervalo de cerca de una pulgada que se llena de arena.

Al extremo inferior del tubo interior K se ajusta un tubo de vidrio, y se pone debaxo una lámpara de espíritu de vino á la manera de Quinquet.

Hecho esto y bien determinada la cantidad de alkool contenida en la lámpara, se la enciende: el agua que se forma durante la combustion de alkool se eleva por el tubo K E; se condensa en el serpentin que está metido dentro del tubo ABCD, y vuelve á salir en el estado de agua por el extremo J del tubo, de donde se recoge en un recipiente P.

La tapa doble G H sirve para impedir que se enfrie el tubo en su parte superior, y que el agua se condense allí, porque entonces volveria á baxar por el mismo tubo sin poderse determinar su cantidad; y podrian caer ademas algunas gotas en la torcida y apagarla. De donde se ve que el objeto de este aparato es conservar siempre caliente toda la parte G H, que llamo la chimenea, y fria al contrario la parte que forma lo que propiamente se llama serpentin: de suerte que el agua se mantenga siempre en estado de vapor en la parte ascendente, y que se condense al instante que entre en la descendente.

Este aparato lo ha imaginado Mr. Meusnier, y lo tengo descrito en las Memorias de la Aca-

demia de 1784 pág. 593 y 594. Procediendo con precaucion, esto es, conservando siempre fria el agua que rodea al serpentin, se pueden extraer cerca de 17 onzas de agua de la combustion de 16 onzas de espíritu de vino ó alkool.

§. VI.

De la oxîdacion de los metales.

Se denota principalmente por el nombre de oxîdacion ó calcinacion una operacion en la qual se convierten en óxîdos los metales expuestos á un cierto grado de calor, absorbiendo el oxîgeno del ayre. Esta oxîdacion se verifica en virtud de la mayor afinidad que tiene el oxîgeno con los metales que con el calórico, á lo menos á un cierto grado de temperatura. En conseqüencia queda libre el calórico y se desprende; pero como la operacion es sucesiva y lenta quando se hace en el ayre comun, es poco sensible el desprendimiento del calórico. No sucede así quando se hace la calcinacion en el gas oxîgeno: pues entonces se executa con mucha mas rapidez, y por lo comun va acompañada de calor y de luz; de suerte que no puede dudarse que las sustancias metálicas no sean unos verdaderos cuerpos combustibles.

No todos los metales tienen igual grado de afinidad con el oxîgeno. Por exemplo, el oro, la plata, y aun la platina no pueden quitársele al calórico, en qualquier grado de calor que se hallen. Los demas metales se apoderan de una cantidad mayor ó menor de este principio, absorbiéndole hasta que se halle en equilibrio entre la fuerza del calórico que le retiene, y la del metal que le atrae.

Este equilibrio es una ley general de la naturaleza en todas las combinaciones.

En las operaciones de docimástica, y en todas las que son relativas á las artes, se acelera la oxîdacion de un metal dando libre entrada al ayre exterior, y algunas veces se ayuda con un fuelle, cuyo corriente de ayre se dirige sobre la superficie del metal. Todavia es mas rápida la operacion si se sopla gas oxîgeno; lo que se executa con mucha facilidad por medio del gasómetro, cuya explicacion dí anteriormente. Véase página 18. Entonces arde con llama el metal, y se concluye la oxîdacion en pocos instantes. Pero este método no puede emplearse sino en unos experimentos muy en pequeño á causa del precio excesivo del gas oxîgeno.

En los ensayes de las minas, y generalmente en todas las operaciones diarias de los lavatorios, se acostumbra calcinar ú oxîdar los metales sobre un plato ó taza de barro cocido lám. IV fig. 6, que se coloca sobre un buen hornillo. De quando en quando se remueve la materia que se quiere calcinar á fin de renovar las superficies.

Siempre que se hace esta operacion con un metal que no es volátil, y que no se disipa nada durante la calcinacion, aumenta de peso el metal. Pero las causas de este fenómeno no se hubieran descubierto jamas haciendo los experimentos al ayre libre, y solamente se conocen desde que se comenzó á hacerlos en vasos cerrados, y con cantidades determinadas de ayre. El primer método debido á Mr. Priestley, se reduce á poner el metal que se quiere calcinar en una cápsula de china N, lám. IV fig. 11, que se coloca sobre un pedestal un poco elevado IK: á cubrirle con una

campana de cristal A metida en un depósito lleno de agua BCDE; á elevar el agua hasta GH, extrayendo el ayre con la boca por medio de una cantimplora ó tubo encorvado, que se mete por debaxo de ella: y á dirigir despues sobre el metal el foco de un espejo-ustorio. La oxîdacion se efectua en algunos minutos: una parte del oxîgeno contenido en el ayre, se combina con el metal disminuyéndose proporcionalmente el volúmen del ayre, y queda el gas azoe mezclado con una corta cantidad de gas oxîgeno. En mis opúsculos Físicos y Químicos, impresos en 1773, pág. 283, 284, 285 y 286, se hallan descritos por menor los experimentos que hice con este aparato: puede substituirse el mercurio al agua, y el experimento es mas concluyente.

Hay otro medio ideado por Boylo, y cuyo resultado expuse en las Memorias de la Academia de 1774 pág. 351, y consiste en introducir el metal que se ha de oxîdar en una retorta A, lámina III fig. 20, cuyo cuello se estira y cierra herméticamente en C, por medio de la lámpara. Se oxîda despues el metal teniendo la retorta sobre un fuego de carbon, y calentándola con precaucion. El peso de la retorta y el metal es siempre el mismo mientras no se rompa el pico C de la retorta; pero al instante que se le facilita entrada al ayre exterior lo executa con silbido.

Esta operacion seria peligrosa si se cerrase herméticamente la retorta sin extraer una porcion del ayre que contiene, pues la dilatacion ocasionada por el calor podria hacer saltar la vasija con peligro de los que la tuviesen ó se hallasen cerca. Para precaver este riesgo se debe calentar la retorta antes de cerrarla por medio de la lámpara,

y hacer salir de ella una porcion de ayre que se recogerá en una campana con el aparato pneumatoquímico para poder determinar su cantidad.

No he repetido estas oxîdaciones tanto como lo deseaba, y solamente he obtenido resultados á mi satisfaccion con el estaño: la del plomo no me ha salido bien. Es de desear que alguno quiera continuar este trabajo intentando hacer la oxîdacion en diferentes gases: creo que se hallaria bien compensado de las incomodidades anexâs á este género de experimentos.

Como todos los óxîdos de mercurio son capaces de revivificarse sin adicion alguna; y de restituir con toda su pureza el oxîgeno que han absorbido, ningun metal era mas propio que él para hacer experimentos decisivos acerca de la calcinacion y oxîdacion de los metales. Para oxîdar el azogue en vasos cerrados intenté primero llenar una retorta de gas oxîgeno, introducir en ella un poco de mercurio, y adaptar á su cuello una vexiga llena de gas oxîgeno, como se ve en la lám. IV fig. 12. Despues hice calentar el mercurio de la retorta; y continuando mucho tiempo la operacion conseguí oxîdar una corta porcion de él, y formar óxîdo encarnado, que nadaba en la superficie; pero fue tan corta la cantidad de mercurio que llegué á oxîdar por este medio, que el menor error en la determinacion de las cantidades de gas oxîgeno antes y despues de la operacion, hubiera ocasionado la mayor incertidumbre en mis resultados. Por otra parte siempre quedaba dudando, y con justa razon, si se habria salido algo de ayre por los poros de la vexiga: pues esta se encoge durante la operacion por el calor del horno, á no tenerla siempre cubierta con paños humedecidos.

Se hace con mas seguridad la operacion en el aparato representado en la lám. IV fig. 2. Veanse las Memorias de la Academia de 1775 pág. 580. Consiste en una retorta A, en cuyo pico se suelda con la lámpara de esmaltar un tubo de vidrio encorvado B C D E, de 10 á 12 líneas de diámetro, que va á parar debaxo de una campana F G colocada boca abaxo en un baño lleno de agua ó de mercurio. Esta retorta descansa sobre las barras de un hornillo M M N N, ó se pone sobre un baño de arena. Con este aparato se llega á oxîdar un poco de mercurio al cabo de muchos dias en el ayre comun, y á obtener un poco de óxîdo encarnado que queda encima: se le puede tambien recoger, revivificar, y comparar las cantidades de gas obtenido por medio de la absorcion que ha habido durante la calcinacion. Véase en el tomo I pág. 24 la descripcion circunstanciada de este experimento; pero como este género de operaciones solamente puede hacerse muy en pequeño, queda siempre alguna incertidumbre acerca de las cantidades.

Hablaré aquí de la combustion del hierro en el gas oxîgeno por ser una verdadera oxîdacion. El aparato que emplea Mr. Ingen-Housz para esta operacion, está representado en la lám. IV fig. 17, y me refiero á la descripcion que he hecho de él en el tomo I pág. 29.

Del mismo modo que se quema el fósforo y el carbon, se puede quemar y oxîdar el hierro, debaxo de unas campanas de vidrio llenas de gas oxîgeno. Se usa igualmente para esta operacion del aparato representado en la lám. IV fig. 3, que describí en el tomo I pág. 43. En este experimento como en el de la combustion, es ne-

cesario poner en uno de los extremos del alambre de hierro que se quiere quemar, un pedacito de yesca y un átomo de fósforo: el hierro caliente que se introduce en la campana enciende el fósforo, este la yesca, y de ella pasa la inflamacion al hierro. Mr. Ingen-Housz nos ha hecho ver que se podian quemar y oxîdar de este modo todos los metales, á excepcion del oro, la plata y el mercurio. Basta tener aquellos metales reducidos á hilos ó alambres muy finos, ó á hojas cortadas en tiras: se enroscan como el alambre de hierro: este último metal comunica á los demas la propiedad de inflamarse y oxîdarse.

Acabamos de ver como se llegan á oxîdar pequeñas cantidades de mercurio en vasos cerrados, y en volúmenes limitados de ayre: siendo así que cuesta muchísimo trabajo el llegar á oxîdar este metal aun al ayre libre. Para ello se usa en los laboratorios de un matraz A, lám. IV fig. 10, cuya base ó asiento es muy chato, y su cuello BC muy largo, y terminado en una abertura muy pequeña: llámase este vaso el *infierno de* Boylo. Se introduce en el matraz el azogue hasta cubrir su fondo, y se le coloca en un baño de arena, que se mantiene á un grado de calor muy próxîmo al del mercurio hirviendo. Continuando así por espacio de muchos meses con cinco ó seis de estos matraces, y renovando el mercurio de quando en quando, se llegan á obtener algunas onzas de este óxîdo.

Este aparato tiene el grande inconveniente de que el ayre no se renueva bastante; pero por otro lado, si se quisiese dar al ayre exterior una circulacion demasiado libre, llevaria en disolucion parte del mercurio, y al cabo de algunos dias no se

hallaria nada en la vasija. Como los experimentos mas concluyentes de todos los que pueden hacerse sobre la oxîdacion de los metales, son los del mercurio, seria muy útil imaginar un aparato sencillo, por medio del qual se pudiese demostrar esta oxîdacion y sus resultados. Me parece que podria conseguirse esto por unos medios semejantes á los que he descrito para la combustion de los aceytes ó del carbon; pero no he podido todavia continuar este género de experimentos.

El óxîdo de mercurio se revivifica sin adicion, como llevo dicho, pues basta darle un calor un poco incandescente. El oxîgeno tiene á este grado mas afinidad con el calorico que con el mercurio, y se forma gas oxîgeno; pero este gas está siempre mezclado con algo de gas azoe, lo que indica que el mercurio absorbe una pequeña porcion de este último gas durante la oxîdacion. Tambien contiene casi siempre un poco de gas ácido carbónico, lo que debe atribuirse sin duda á los cuerpos extraños que se mezclan, se reducen á carbon, y convierten despues una porcion de gas oxîgeno en gas ácido carbonico.

Si los Químicos se vieran reducidos á extraer del óxîdo de mercurio hecho por la calcinacion, todo el gas oxîgeno que necesitan para sus experimentos, su precio excesivo haria impracticables absolutamente los experimentos por mayor. Pero puede oxîgenarse igualmente el mercurio por el ácido nítrico, y se obtiene un óxîdo encarnado aun mas puro que el que se obtiene por medio de la calcínacion. En el comercio le hallamos preparado enteramente, y á un precio moderado; pero se debe preferir el que está en pedazos sólidos, y formado de hojas suaves al tacto, y unidas unas á

otras: el que dan en polvo suele estar mezclado con óxîdo roxo de plomo, cuya alteracion parece que no puede hacerse con el que está en pedazos solidos. Algunas veces he intentado preparar este óxîdo por el ácido nítrico: hecha la disolucion del metal la evaporaba hasta que se secase, y calcinaba la sal en retortas ó en cápsulas hechas con fragmentos de matraces cortados por el método que he dicho anteriormente; pero nunca he podido conseguirlo tan bueno como el del comercio. Creo que viene de Holanda

Para obtener el gas oxîgeno del óxîdo de mercurio acostumbro servirme de una retorta de china, á la que ajusto un tubo largo de vidrio, que va á terminarse debaxo de unas campanas puestas en el aparato pneumato-quimico de agua; y al extremo del tubo coloco una vasija metida en el agua para recoger el mercurio al paso que se revivifica: no comienza á pasar el gas oxîgeno hasta que se pone roxa la retorta. Por un prin ipio general bien establecido por Mr. Berthollet se sabe, que no basta un calor obscuro para formar gas oxígeno, sino que es necesaria la luz; lo que parece ser una prueba de que la luz es uno de sus principios constituyentes. En la revivificacion del oxído encarnado de mercurio se deben desechar las primeras porciones que se obtienen de gas; porque salen mezcladas con ayre comun, del que se halla en las vasijas; pero aun asi no se obtiene el gas oxîgeno perfectamente puro: pues por lo comun contiene un décimo de gas azoe, y casi siempre una corta porcion de gas ácido carbónico: se le despoja de este último haciéndole pasar por un licor alkalino. En quanto al gas azoe no conocemos todavia ningun medio de separarle; pero se puede conocer

su cantidad, dexando por unos quince dias el gas oxîgeno en contacto con sulfureto de potasa ó de sosa. Se absorbe el gas oxîgeno; forma ácido sulfúrico con el azufre, y queda el gas azoe solo.

Hay otros muchos medios para obtener el gas oxîgeno: puede extraerse del óxîdo negro de manganeso ó del nitrate de potasa por un calor de incandescencia, con un aparato casi idéntico al que he descrito para el óxîdo encarnado de mercurio: solo que se necesita un calor mas subido ó igual á lo menos al que puede ablandar el vidrio, y por lo tanto es preciso usar de retortas de barro ó de china. Pero el gas oxîgeno mas puro es el que se extrae por el simple calor del muriate oxîgenado de potasa. Esta operacion puede hacerse en una retorta de vidrio, y el gas que se obtiene es absolutamente puro, con tal que se desechen las primeras porciones que salen mezcladas con el ayre de las vasijas.

§. VII.

De la detonacion.

En el tomo I capítulo IX pág. 72 y siguientes, hice ver que aun quando se combina el oxîgeno con los diferentes cuerpos, no siempre se despoja de todo el calórico que le constituia en estado de gas: que entraba, v. gr., con casi todo su calórico en la combinacion que forma el ácido nítrico, y en la que forma el ácido muriático oxîgenado: de suerte que en el nitro, y aun mas en el ácido muriático oxîgenado, se hallaba el oxîgeno hasta cierto punto en el estado de gas oxîgeno condensado y reducido al mas pequeño volúmen que puede ocupar.

El calórico exerce en estas combinaciones un esfuerzo continuo sobre el oxîgeno para reducirle al estado de gas, y por consiguiente está poco fixo en ellas, y basta la menor fuerza para ponerle en libertad, volviéndose á presentar en varias ocasiones en un instante casi indivisible en el estado de gas. Este paso repentino del estado concreto al estado aeriforme es lo que se ha llamado detonacion; porque en efecto va acompañado regularmente de ruido y estallido. Pero estas detonaciones se hacen mas comunmente por la combinacion del carbon con el nitro, ó con el muriate oxîgenado; y para facilitar la inflamacion se le añade algunas veces azufre; cuya mezcla hecha en las debidas proporciones, y con las manipulaciones convenientes, es lo que constituye la pólvora.

El oxîgeno muda de naturaleza por la detonacion con el carbon, y se convierte en ácido carbónico. No es ya gas oxìgeno el que se desprende sino gas ácido carbónico, á lo menos quando se ha hecho la mezcla en justas proporciones. En la detonacion del nitro se despide tambien gas azoe, por ser el azoe uno de los principios constitutivos del ácido nítrico.

Pero no basta la expansion súbita é instantánea de estos gases para explicar todos los fenómenos relativos á la detonacion. Si influyese sola esta causa, seria la polvora tanto mas fuerte quanto mayor fuese la cantidad de gas desprendido en un tiempo determinado; y esto no concuerda siempre con la experiencia. He tenido ocasion de probar algunas pólvoras que producian un efecto casi doble de la pólvora comun, y en la detonacion daban una sexta parte menos de gas. Parece que

la cantidad de calórico que se desprende en el momento de la detonacion contribuye mucho para aumentar el efecto, y esto por muchas razones. Primera, aunque el calórico penetra con bastante facilidad al traves de todos los cuerpos, no lo hace sino sucesivamente, y en un tiempo determinado: luego quando es muy considerable la cantidad que se desprende, y es mucho mayor que la que puede pasar por los poros de los cuerpos, debe obrar al modo de los fluidos elásticos regulares, y derribar todo quanto encuentre por delante. Parte de este efecto es preciso que se verifique quando se inflama la pólvora en un cañon; pues aunque el calórico puede penetrar el metal del cañon, es tal la cantidad que se desprende de un golpe, que no encuentra salida bastante pronta por los poros del metal, y por consiguiente hace un esfuerzo en todas las direcciones, y este efecto es el que se emplea para arrojar la bala.

Segunda, el calórico produce necesariamente otro esfuerzo, que depende igualmente de la fuerza repulsiva que parece exercen sus moléculas entre sí: dilata los gases que se desprenden en el momento de la inflamacion de la pólvora; y esta dilatacion es tanto mayor, quanto mas elevada es la temperatura.

Tercera, puede suceder muy bien que haya descomposicion de agua en la inflamacion de la pólvora, y que provea de oxîgeno al carbon para formar ácido carbónico; y en este caso debe desprenderse en el momento de la detonacion de la polvora una gran cantidad de gas hidrógeno, que se dilata y contribuye á aumentar la fuerza del estallido. Se percibirá lo mucho que esta circunstancia puede aumentar el efecto de la pólvora, re-

flexîonando que media azumbre de gas hidrógeno pesa solamente un grano y dos tercios, y que por consiguiente una cortísima cantidad en peso de este gas ocupa un grande espacio, y debe exercer una fuerza expansiva extraordinaria, quando pasa del estado líquido al estado aeriforme.

Quarta, finalmente una porcion de agua, que queda sin descomponerse, debe reducirse á vapores en la inflamacion de la pólvora; y es sabido que en este último estado ocupa un volúmen 1700 á 1800 veces mayor que quando se halla en el estado líquido.

He hecho muchos experimentos sobre la naturaleza de los fluidos elásticos que se desprenden de la detonacion del nitro con el carbon y el azufre, y tambien algunas con el muriate oxîgenado de potasa. Por este medio se logran conocimientos bastante exâctos acerca de las partes constitutivas de estas sales, y pueden verse algunos resultados de mis experimentos, y de las conseqüencias que de ellos he sacado sobre la analisis del ácido nítrico, en el tomo XI de la Coleccion de Memorias presentadas á la Academia por los Sabios extrangeros pág. 625. Al presente, que tengo ya aparatos mas cómodos, pienso repetir los mismos experimentos algo mas por mayor, y sacaré los resultados con mas exâctitud: entre tanto voy á hablar de los medios que he adoptado y empleado hasta ahora. Encargo muy encarecidamente á los que quieran repetir algunos de estos experimentos, que los executen con la mayor precaucion, y que no se fien en ninguna mezcla en que entre salitre, carbon y azufre; y menos quando entra la sal muriática oxîgenada de potasa, combinada y mezclada con estas dos sustancias.

Tomé algunos cañones de pistola de cerca de seis pulgadas de largo, y de cinco á seis líneas de diámetro. Los tapé el oido con una punta de un clavo á fuerza de martillo, y encima eché un poco de soldadura blanca de hojalatero, para que no quedase ninguna salida al ayre.

Se cargan estos cañones con una pasta ó masa algo humedecida, hecha con determinadas cantidades de salitre y de carbon reducidos á polvo muy fino, ó de qualquiera otra mezcla capaz de detonar. A cada porcion de masa que se introducia en el cañon, se le daba algunos golpes con una baqueta de igual calibre, del mismo modo que quando se cargan los cohetes.

Quando le faltan quatro ó cinco líneas para llenarse la pistola, se le pone una mecha de estopin de dos pulgadas de larga. La mayor dificultad de este experimento, especialmente si entra azufre en la mezcla, consiste en llegar á conocer el punto de humedad conveniente: pues si está muy húmeda, no se puede encender; y si muy seca, la detonacion es muy viva, y puede ser peligrosa. Si no se necesita una extrema exâctitud en el experimento, se enciende la mecha, y quando va ya á comunicar la inflamacion á la materia, se introduce la pistola debaxo de una campana grande llena de agua, y colocada en el aparato pneumato-químico. Empezada la detonacion, se continúa dentro del agua, y se desprende el gas con mas ó menos rapidez, segun está mas ó menos seca la materia: es preciso tener inclinada la boca de la pistola mientras dura la detonacion, para que no se le introduzca agua. Por este medio he recogido algunas veces el gas que ha producido la detonacion de onza y media ó dos onzas de nitro.

No es posible averiguar por este método la cantidad que se desprende de ácido carbónico, porque una parte queda absorbida en el agua al atravesar por ella; pero una vez absorbido el gas ácido carbónico, resta el gas azoe; y si se tiene la precaucion de agitarlo por algunos minutos en potasa cáustica líquida, se consigue puro, y es fácil determinar su volúmen y peso. Tambien se puede lograr por este método un conocimiento bastante exâcto de la cantidad de gas ácido carbónico repitiendo muchas veces el experimento, y variando las dosis de carbon, hasta que se llegue á la justa proporcion de hacer detonar todo el nitro. Entonces por el peso del carbon empleado se determina el del oxîgeno que ha sido necesario para saturarle, y se deduce la cantidad de oxîgeno contenida en una cantidad dada de nitro.

Hay tambien otro método que he empleado, y da unos resultados mas seguros: consiste en recoger el gas que se desprende en campanas llenas de mercurio. En mi baño de azogue se pueden colocar campanas de seis á siete azumbres y media de capacidad; y como una vasija de este tamaño no es muy fácil manejarla y llenarla de mercurio, me ha sido preciso valerme de un método particular, que es el que voy á indicar. Se coloca la campana sobre el baño de mercurio, y se pasa por debaxo de ella un tubo encorvado de vidrio, cuyo extremo exterior se ajusta á una máquina pneumática pequeña: se hace jugar el émbolo, y se eleva el mercurio hasta lo alto de la campana. Despues de llena, se pasa á ella el gas de la detonacion, del mismo modo que en una campana llena de agua; pero vuelvo á repetir que este género de experimentos pide las mayores precau-

ciones; pues he visto algunas veces, quando la dilatacion del gas era demasiado rápida, levantar la fuerza del estallido unas campanas de mercurio que pesaban mas de 150 libras, despedirse el azogue bastante lejos, y hacerse la campana mil pedazos.

Quando ha salido bien el experimento, y se ha recogido el gas en la campana, se determina su volúmen con el método que expuse en las páginas 27 y 28. Se introduce despues en la campana un poco de agua, y en seguida potasa disuelta en agua y despojada de ácido carbónico, con lo que se llega á hacer un analisis rigurosa, como lo he enseñado en las página 31 y siguientes.

Quisiera haber dado la última mano á los experimentos que he comenzado sobre las detonaciones, pues tienen bastante relacion con los asuntos de que estoy encargado; y segun creo darán algunas luces acerca de las operaciones relativas á la fabricacion de la pólvora.

CAPITULO VIII.

De los instrumentos necesarios para operar sobre los cuerpos á temperaturas muy elevadas.

§. I.

De la fusion.

La solucion, como hemos visto anteriormente, es una operacion en la qual por medio del agua se separan unas de otras las moléculas de una sal. En ella no se descomponen ni el disólvente ni el cuerpo mantenido en disolucion; y asi luego que cesa la causa que tenia separadas las moléculas, se vuelven á reünir, y la sustancia salina toma el mismo estado que tenia antes de la solucion.

Tambien se hacen verdaderas soluciones por el fuego, introduciendo y acumulando entre las moléculas de un cuerpo una gran cantidad de calórico: esta solucion de los cuerpos por el fuego, se llama *fusion.*

Las fusiones se hacen generalmente en vasijas llamadas crisoles; y una de sus principales circunstancias es que sean menos fusibles que la sustancia que deben contener. Por esta razon los Químicos en todos tiempos han procurado tener crisoles de sustancias muy refractarias, esto es, que tuviesen la propiedad de resistir á un fuego muy fuerte, y han preferido los que se hacen con arcilla muy pura ó con tierra de china. No deben emplearse para ello arcillas mezcladas con tierra silicea ó con tierra caliza; porque son muy fáciles de fundirse. Todas las que se sacan de los al-

rededores de Paris se hallan en este caso; y así los crisoles que se fabrican en ésta ciudad se funden á un calor bastante mediano, y no pueden servir sino en muy pocas operaciones químicas. Los que vienen de Hesse son bastante buenos; pero deben preferirse los de tierra de Limoges, pues parece que son absolutamente infusibles. Hay en Francia muchas arcillas buenas para hacer crisoles: tal es, por exemplo, la que se usa para los morteros de la fábrica de cristales de Saint-Gobin.

La forma de los crisoles varía segun las diversas operaciones para que se les quiere emplear. Las mas comunes son las de los representados en la lámina VIII, fig. 7, 8, 9 y 10: los que estan casi cerrados por su parte superior fig. 9, se llaman *tutas*.

Aunque puede verificarse muchas veces la fusion sin que el cuerpo que se somete á ella varíe de naturaleza y se descomponga, es tambien ésta operacion uno de los medios de que se vale la Química para la descomposicion y recomposicion. Por ella se extraen los metales de sus minas, se los revivifica, se los enriela ó vácia, y se ligan unos con otros: por ella se combina el álkali y la arena para hacer el cristal; se fabrican las piedras de colores, los esmaltes, &c.

Los Químicos antiguos empleaban con mas freqüencia que nosotros la accion de un fuego violento. Desde que se ha introducido un método mas riguroso en los experimentos, se prefiere la via húmeda á la via seca, y solamente se recurre á la fusion quando se han apurado todos los demas medios analíticos.

Para aplicar á los cuerpos la accion del fuego se usa de hornos. Voy á dar la explicacion de

los que se echa mano para las varias operaciones de la Química.

§. II.

De los hornos.

Los hornos son los instrumentos mas usados en la Química: de su buena ó mala construccion depende el éxîto de muchas operaciones; de suerte que es muy importante que un laboratorio esté bien provisto de ellos. Un horno es una especie de cilindro hueco A B C D, que á veces es algo mas ancho por arriba, lám. XIII fig. 1. Debe tener á lo menos dos aberturas laterales: una superior F, que es la puerta del fóco; y otra inferior, que es la puerta del cenicero.

El intervalo de estas dos puertas está dividido interiormente en dos partes pór una rejilla horizontal, que forma una especie de diafragma, para sostener el carbon. La línea HI indica la posicion de dicha rejilla. La capacidad que está sobre esta línea se llama foco ú hogar, porque en ella es donde se mantiene el fuego; y la inferior cenicero, que es donde se recogen las cenizas segun se van formando.

El horno representado en la lám. XIII fig. 1, es el mas sencillo de todos los que se usan en la Química, y sin embargo puede servir para muchas operaciones. En él se pueden colocar crisoles, y fundir plomo, estaño, bismuto, y en general todas las sustancias que para fundirse no necesitan de un fuego muy considerable. Se pueden hacer en él calcinaciones metálicas, colocar encima peroles, vasos evaporatorios, cápsulas ó sartenes de

hierro para formar baños de arena, como se ve representado en la lám. III fig. 1 y 2. Para poderlo aplicar á todas estas operaciones, se le han hecho unas escotaduras *m m m m* en la parte superior, para que de este modo la vasija que se pone sobre el horno, no intercepte el paso del ayre, y se apague el carbon. Si este horno no produce mas que un calor mediano, es porque el carbon que se consume es proporcional á la cantidad de ayre que puede pasar por la puerta del cenicero: de suerte que ensanchándola, se aumentaria mucho su efecto; pero la gran corriente de ayre que convendria para algunos experimentos, dañaria para otros; por lo que es indispensable que en un laboratorio que haya hornos de varias figuras, y construidos con distintos objetos. Particularmente se necesitan tener muchos semejantes al que acabo de describir, y de distintos tamaños.

Otra especie de horno, tal vez mas necesario, es el de revérbero, lám. XIII fig. 2. Se compone, como el horno sencillo, de un cenicero H I K L en su parte inferior: de un hogar ó foco K L M N: de un laboratorio M N O P: de una cúpula RSRS; y en fin, sobre esta se coloca un cañon T T V V, al que se pueden añadir otros muchos, segun la especie de experimentos.

En el laboratorio M N O P se coloca la retorta A, que está señalada con una línea de puntos, la qual se sostiene sobre dos barras de hierro que atraviesan el horno. Su cuello sale por una abertura lateral, hecha parte en el laboratorio, y lo restante en la cúpula. A esta retorta se adapta un recipiente B.

En casi todos los hornos de revérbero hechos por los alfareros de Paris, las aberturas así infe-

riores como superiores son demasiado pequeñas, y no dan paso á un volúmen de ayre bastante considerable; y como la cantidad de carbon consumida, ó lo que es lo mismo, como la cantidad de calórico desprendida es casi proporcional á la cantidad de ayre que pasa por el horno, resulta que no producen todo el efecto que se apetece en muchas operaciones. Para que pueda entrar pues por la parte inferior un volúmen de ayre suficiente, en lugar de una abertura G en el cenicero, se hacen dos G G, y tapando una boca quando se juzga conveniente, se obtiene un grado de fuego moderado: quando se quiere tener todo el calor que puede producir el horno, se abren las dos.

La abertura superior S S de la cúpula, y la de los tubos V V V V tambien deben ser mas grandes que lo que se tiene de costumbre.

No se han de emplear retortas muy grandes con respecto á la capacidad del horno: conviene que quede algun hueco suficiente entre las paredes del horno y las de la retorta para el paso del ayre.

La retorta A de la fig. 9 es demasiado pequeña para este horno; lo que advierto para no tener que hacer nueva figura.

La cúpula sirve para obligar á la llama y al calor á rodear por todas partes la retorta, y á reverberarla, y de aquí le viene el nombre de horno de revérbero. Sin esta reverberacion del calor, la retorta no se calentaria sino por el fondo, y los vapores que se elevasen se condensarian en la parte superior, se recohoberarian continuamente, y nunca pasarian al recipiente; pero como por medio de la cúpula se calienta la retorta por todas partes, los vapores no pueden condensarse sino en

el cuello y en el recipiente, y es forzoso que salgan de la retorta.

Para impedir que el fondo de la retorta se caliente ó enfrie repentinamente, y que no la rompan estas alternativas de calor y de frio, se suele colocar sobre las barras una cápsula de tierra bien cocida, en la que se echa un poco de arena, y se coloca sobre la arena el fondo de la retorta.

En muchas operaciones se cubren las retortas con diferentes barros ó lodos, los quales no tienen algunas veces otro objeto sino defenderlas de las alternativas del frio y del calor: en otras ocasiones sirven tambien para contener el vidrio, ó por mejor decir, para formar una segunda retorta que supla á la de vidrio en las operaciones, en que el grado de fuego es tan vivo que pueda llegarlo á fundir.

El primero de estos lodos se hace con tierra de horno mezclada con un poco de borra ó pelode vaca, se hace con estas sustancias una masa, y se extiende sobre las retortas de vidrio ó de tierra bien cocida. Si en lugar de la tierra de horno que está ya mezclada, no se tuviese sino arcilla ó tierra de alfar, seria preciso echarles arena. La borra sirve para ligar mejor la tierra; y aunque se quema á la primera impresion del fuego, los intericios que dexa impiden que el agua contenida en la tierra al evaporarse, no rompa la trabazon del barro, y caiga hecho polvo.

El segundo lodo se compone de arcilla y fragmentos de vasijas de tierra bien cocida y dura, reducidos á polvo bastante grueso; con lo que se hace una pasta bastante firme, que se extiende por encima de las retortas. Este lodo se seca y endurece con el fuego, y forma una verdadera retorta

suplementaria, que contiene las materias quando se derrite la retorta de vidrio. Pero este lodo no sirve para los experimentos, cuyo objeto es recoger los gases, porque siempre es poroso, y lo penetran los fluidos aeriformes.

En un gran número de operaciones, y generalmente siempre que no se necesita dar un fuego muy violento, el horno de reverbero puede servir de horno de fusion, en cuyo caso no hay mas que quitar el laboratorio MNOP, y poner en su lugar la cúpula RS RS, lám. XIII fig. 3.

Un horno de fusion muy cómodo es el representado en la fig. 4: se compone de un fóco ABCD, de un cenicero sin puerta, y de una cúpula AB GH. tiene un agujero en E, por el qual se introduce el cañon ó tobera de un fuelle, y se enloda sólidamente. Debe ser proporcionalmente menos alto de lo que representa la figura. Este horno no suministra un grado de calor muy violento; pero es suficiente para las operaciones regulares. Tiene la ventaja de poderse transportar y colocar en el parage del laboratorio que se juzgue mas conveniente. Pero en un laboratorio es preciso tener ademas de estos hornos una forja con su buen fuelle, y lo que importa mas es un excelente horno de fusion. Paso á dar la descripcion del que yo uso, y á exponer los principios que he seguido para su construccion.

El ayre no circula en un horno, sino porque se calienta al pasar por las ascuas: entonces se dilata, se hace mas ligero que el ayre que le rodea, se ve precisado á elevarse por la presion de las columnas laterales, y le reemplaza una nueva porcion de ayre que viene de todas partes, y principalmente por abaxo. Esta circulacion del

ayre se verifica aun quando se quema carbon en un braserillo; pero suponiendo iguales todas las demas circunstancias, es claro que la masa de ayre que pasa por un horno abierto por todas partes, no puede ser tan grande como la que está obligada á pasar por un horno en figura de torre cilindrica hueca, como lo estan generalmente los hornos quimicos, y por consiguiente no puede ser en aquellos tan rápida la combustion.

Supongamos, por exemplo, un horno ABCDEF, lám. XIII fig. 5, abierto por lo alto, y lleno de carbones encendidos: la fuerza que obligará al ayre á pasar al traves de los carbones encendidos, será igual á la diferencia del peso especifico de dos columnas A G, la una de ayre frio tomado de la parte exterior del horno, y la otra de ayre caliente tomado de la interior. Esto no es decir que no haya aun ayre caliente en la parte superior á la abertura A B de la retorta; y es una cosa cierta que su exceso de ligereza debe entrar tambien por algo en el cálculo; pero como aquel ayre se enfria continuamente, y es arrastrado por el ayre exterior, esta porcion nunca puede causar mucho efecto.

Pero si á este mismo horno se añade un cañon grande de igual diámetro que el de H A B, el qual impida al ayre calentado por los carbones encendidos que se enfrie, se disperse y se mezcle con el ayre que le rodea, la diferencia de gravedad especifica, en virtud de la qual se efectuará la circulacion, no será la de dos columnas A C, una interior y otra exterior, sino la de dos columnas iguales á G C. Luego á calor igual, si la columna G C $=$ 3 A C, la circulacion del ayre se hará en razon de una fuerza triple. Es

verdad que supongo aquí que el ayre contenido en la capacidad G H C D, está tan caliente como el que ocupaba la parte A B C D, lo que no es cierto en rigor; porque el calor debe menguar de A B á C H; pero siendo evidente que el ayre de la capacidad G H A B, está mucho mas caliente que el ayre exterior, resulta siempre que la adicion del cañon ó torre hueca G H A B, aumenta la rapidez del corriente de ayre; que pasa mayor cantidad de él por las ascuas, y por consiguiente que habrá mas combustion.

No se entienda que podamos concluir de estos principios que sea preciso aumentar sin límites la longitud del cañon G H A B; porque siguiendo el calor una progresion descendente desde A B hácia G H, aun quando no fuese mas que por el enfriamiento que recibe este ayre de las paredes del cañon, resulta que el peso especifico del ayre que pasa por él, se disminuye por grados, y por consiguiente se llegaria á cierta altura del cañon, en que la gravedad específica del ayre interior seria igual á la del ayre exterior. En este caso es evidente que este ayre frio, que no pudiendo subir mas, seria una masa que se opondria al ascenso del ayre inferior. Ademas estando este ayre precisamente mezclado con gas ácido carbónico, que es mas pesado que el ayre atmosférico, si el cañon fuese bastante largo ó alto, para que el ayre antes de llegar á su extremo pudiese acercarse á la temperatura del ayre exterior, le seria preciso volver á descender: por lo que la longitud de los cañones que se ponen sobre los hornos está limitada por la naturaleza de las cosas.

Las conseqüencias que se deducen de estas reflexiones son 1.ª que el primer pie de cañon que

se pone sobre la cúpula de un horno, hace mas efecto que por exemplo el sexto, y este mas que el décimo; pero no tenemos aun ningun experimento que nos haga ver qual es el término donde debe pararse: 2ª que este término está mas distante quanto peor conductor del calor sea dicho cañon; pues el ayre se enfria en él mucho menos: de suerte que para formar estos cañones, debe preferirse la tierra cocida á la chapa de hierro; y que si se formasen de una cubierta doble, y se llenase el intervalo de carbon molido, que es una de las sustancias menos propias para transmitir el calor, el ayre tardaria mas en enfriarse, y se aumentaria por consiguiente la rapidez de la corriente, y la posibilidad de un cañon más largo: 3ª que siendo el hogar ó foco del horno el parage mas caliente, y en conseqüencia donde el ayre que le atraviesa está mas dilatado, debe ser tambien la parte mas espaciosa, haciendo que sobresalga mucho mas que el cenicero. Es tanto mas indispensable dar mucho mas capacidad á esta parte del horno, quanto no solamente está destinada para dar paso al ayre que ha de ayudar, ó por mejor decir, efectuar la combustion, sino tambien para contener el carbon y el crisol; de suerte que para dar paso al ayre únicamente debe contarse con los intersticios que dexan entre sí los carbones.

Con relacion á estos principios he construido mi horno de fusion, y creo que no haya ninguno que produzca un efecto mas violento: no obstante no me lisonjeo de haber conseguido la mayor intension de calor que pueda conseguirse en los hornos químicos. No tenemos aun experimentos exâctos con los quales pueda determinarse el aumento de volúmen que recibe el ayre al atrave-

sar un horno de fusion, y así ignoramos la proporcion que debe haber entre las aberturas inferiores y superiores de un horno, y todavia nos es mas desconocida la magnitud absoluta que conviene dar á estas aberturas: faltan pues los datos, y solo podrá conseguirse este fin en fuerza de diversas tentativas.

Este horno está representado en la lám. XIII fig. 6. Le he dado, segun los principios que acabo de sentar, la forma de una esferoide elíptica A B C D, cuyos dos extremos estan cortados por un plano que pasa por cada uno de los focos perpendicularmente al exe mayor. Por razon del aumento de capacidad que resulta de esta figura puede el horno contener una cantidad considerable de carbon, y quedar aun bastante espacio para dar paso al corriente de ayre.

Para que el acceso del ayre exterior quede del todo libre, le he dexado enteramente abierto por la parte inferior, á exemplo de Mr. Macquer, que tomó la misma precaucion para su horno de fusion, y lo he colocado sobre un trespies. La rejilla que uso está hecha con barras rectangulares, y para que se opongan menos al paso del ayre, las he hecho poner de lomo, como se ve en la fig. 7. En fin á la parte superior A B he añadido un cañon de tierra cocida de 18 pies de largo, y su diámetro interior es casi igual á la mitad del diámetro del horno. Aunque con él he logrado ya un fuego superior al que puede haber obtenido hasta aquí ningun Químico, creo que se puede aumentar mucho siguiendo los medios sencillos que he indicado, siendo el principal de ellos que el tubo F G A B sea el peor conductor posible del calor.

Me resta decir algo acerca del horno de copela, ú horno de ensaye. Quando se quiere averiguar si el plomo contiene oro ó plata, se le da un fuego vivo en unas capsulitas hechas con huesos calcinados, que en términos del arte de ensayar se llaman *copelas*. El plomo se oxîda, se hace capaz de vitrificarse, y se embebe é incorpora en la copela. No pudiendo oxîdarse el plomo sino con el contacto del ayre, es imposible su oxîdacion ni en un crisol privado del libre acceso del ayre exterior, ni aun en medio de un horno, al traves de los carbones encendidos; porque el ayre del interior de un horno alterado por la combustion, y reducido casi todo al estado de gas azoe y de gas ácido carbónico, no es á propósito para la calcinacion y oxîdacion de los metales. Por lo tanto ha sido preciso imaginar un aparato particular, en el que el metal se hallase expuesto á un mismo tiempo á la grande violencia del fuego, y libre del contacto del ayre que se ha hecho incombustible al haber atravesado los carbones: el horno con que se consiguen estas dos cosas se ha llamado en las artes horno de copela. Tiene por lo regular una figura quadrada, como se ve representado en la lám. XIII, fig. 8, y su perfil en la fig. 10. A imitacion de todos los hornos bien construidos, debe constar de un cenicero A A B B, de un hogar ó foco B B C C, de un laboratorio C C D D, y de una cúpula D D E E.

Se coloca en el laboratorio lo que llaman mufla que es una especie de hornito G H, fig. 9 y 10, hecho de tierra cocida, y cerrado por el fondo. Se la coloca sobre las barras de hierro que atraviesan el horno, se ajusta con la abertura de la puerta, y se le enloda en ella con arcilla ama-

sada con agua. En esta mufla se colocan las copelas, y se echa carbon encima y debaxo de ella por las puertas de la cúpula y del hogar: el ayre que entró por las puertas del cenicero despues de haber servido para la combustion, sale por la abertura superior E F. Por lo que mira á la mufla el ayre exterior penetra en ella por la puerta G C, y entretiene la calcinacion metálica.

Reflexîonando sobre esta construccion se conoce fácilmente los vicios y defectos que contiene: los principales son, que quando está cerrada la puerta G C, la oxîdacion se hace con dificultad y lentitud por faltar el ayre para alimentarla; y si está abierta, el corriente que se introduce de ayre frio hace fixar el metal, y detiene la operacion. No seria dificil remediar estos inconvenientes, construyendo la mufla y el horno de modo que hubiese siempre un nuevo corriente de ayre que pasase rasante á la superficie del metal: se haria atravesar este ayre por un tubo de vidrio que estuviese constantemente hecho ascua por el fuego del horno, á fin de que jamas se enfriase la parte interior de la mufla, y se haria en pocos minutos lo que muchas veces pide un tiempo considerable.

Mr. Sage ha llegado por otros principios á conseqüencias semejantes á estas. Coloca la copela que contiene el plomo ligado con los metales finos en un horno regular al traves de los carbones: la cubre con una mufla pequeña de porcelana; y quando todo está bastante caliente, dirige sobre el metal la corriente de ayre de un fuelle comun de mano: de este modo se hace la copelacion con mucha facilidad, y al parecer con mucha exâctitud.

§. III.

De los medios de aumentar considerablemente la accion del fuego, substituyendo el gas oxîgeno al ayre atmosférico.

Con los grandes espejos ustorios, como los de Mr. Tchirnausen y Mr. de Trudaine, se ha conseguido un calor algo mas intenso que el que se obtiene en los hornos químicos, y aun en los hornos en que se cuece la china dura. Pero ademas de ser muy caros estos instrumentos, no tienen bastante accion para fundir la platina natural: de suerte que su ventaja con relacion al efecto que producen no es casi de ninguna consideracion, y no equivale á la dificultad que hay para conseguirlos y manejarlos.

Los espejos cóncavos de igual diámetro hacen algo mas efecto que los espejos ustorios; en prueba de lo qual pueden verse los experimentos hechos por MM. Macquer y Baumé con el espejo del Abate Bouriot; pero como la direccion de los rayos reflectados es de abaxo arriba, es necesario tenerle en el ayre, y sin apoyo, cuya circunstancia hace absolutamente imposible el mayor número de experimentos químicos.

Estas consideraciones me determinaron desde luego á llenar de gas oxîgeno unas vexigas grandes, á las que ajusté un tubo de vidrio que podia cerrarse con una llave, y á servirme de ellas para avivar con este gas el fuego de los carbones encendidos. Fue tal la intensidad del calor, que llegué á fundir en mis primeras tentativas un pedacito de platina en bruto con bastante facilidad.

A este primer ensayo debo la idea del gasómetro que describí en la pág. 24 y siguientes. Me valí de él en lugar de las vexigas; y como se puede dar al gas oxîgeno el grado de presion que se juzgue conveniente, no solamente puede conseguirse un corriente contínuo, sino darle un fuerte grado de velocidad.

El único aparato que se necesita para este género de experimentos, se reduce á una mesita ABCD, lám. XIII fig. 15, con un agujero en F, por el qual se hace pasar un tubo de cobre ó plata FG, terminado en G por una abertura muy pequeña, que se puede abrir ó cerrar con la llave H. Este tubo va por debaxo de la mesa *lmno*, y comunica con el interior del gasómetro. Quando se quiere operar, se hace en un carbon grueso una excavacion de algunas líneas con el destornillador KL: se coloca en ella el cuerpo que se quiere fundir; se enciende el carbon con un soplete de vidrio á la llama de una vela de sebo ó de cera; y despues se le expone al corriente del gas oxîgeno que sale con rapidez por el pico ó extremo G del tubo FG.

Este modo solamente se ha de emplear para con los cuerpos que se pueden poner sin inconveniente alguno en contacto con los carbones, como son los metales, las tierras simples, &c. Para los cuerpos cuyos principios tienen afinidad con el carbon, y se descomponen por él, como los sulfates, fosfates, y generalmente casi todas las sales neutras, los vidrios metálicos, los esmaltes, &c. se usa de la lámpara de esmaltar, por la que se hace pasar un corriente de gas oxîgeno: entonces en lugar del cañoncito corvo EG, se usa de otro ST en figura de codillo, que se atornilla en su lugar, y

dirige la corriente de gas oxîgeno al traves de la llama de la lámpara. La intensidad del calor producida por este segundo medio, no es tan grande como la del primero, y cuesta mucho trabajo el llegar á fundir la platina.

Usando de este segundo método se pone la materia que se ha de fundir en copelas de huesos calcinados, en cápsulas de porcelanas, ó en tazas ó cucharas de metal; pero no siendo estas últimas muy pequeñas, no llegan á fundirse por razon de que los metales son buenos conductores del calor; y en conseqüencia el calórico se reparte pronta y fácilmente por toda la masa, y cada una de sus partes no llega á recibir mas que un calor mediano.

En los tomos de la Academia de 1782, página 476, y 1783 página 573, se pueden ver los experimentos que he hecho con este aparato. De ellos resulta, 1.º que el cristal de roca, es decir, la tierra silícea pura, es infusible, pero que puede ablandarse y fundirse quando está mezclada.

2.º Que la alúmina sola se funde completamente, y que de su fusion resulta una sustancia vidriosa opaca, muy dura, que raya el vidrio como las piedras preciosas.

3.º Que la cal, la magnesia y la bárita no son fusibles, ni solas ni mezcladas unas con otras; pero que las tres, y especialmente la cal, facilitan la fusion de todas las demas sustancias.

4.º Que todas las tierras y piedras compuestas se funden con mucha facilidad, y forman un vidrio moreno.

5.º Que todas las sustancias salinas, hasta el álkali fixo, se volatilizan en pocos instantes.

6.º Que el oro, la plata, &c. y probablemen-

te la platina, se volatilizan lentamente á este grado de fuego, y se disipan sin ninguna circunstancia particular.

7º. Que todas las demas sustancias metálicas, excepto el mercurio, se oxîdan aunque se pongan sobre un carbon; que arden con mas ó menos llama de diversos colores, y por último se disipan enteramente.

8º. Que los óxîdos metálicos arden todos igualmente con llama: lo que establece un caracter distintivo de estas sustancias, y me hace creer, como lo sospechó Mr. Bergman, que la bárita es un óxîdo metálico, sin embargo de que hasta ahora no se ha podido conseguir el metal en su estado de pureza.

9º. Que entre las piedras preciosas unas, como los rubies, pueden ablandarse y soldarse, sin que se altere su color y su peso; otras, como el jacinto, casi tan fixas como el rubí, pierden fácilmente su color: que el topacio de Saxonia, y el topacio y rubí del Brasil no solamente pierden el color prontamente á este grado de calor, sino tambien una quinta parte de su peso, y que despues de haber padecido esta alteracion, queda una tierra blanca semejante en la apariencia al quarzo blanco ó al bizcocho de porcelana; y en fin que la esmeralda, el crisólito y el granate se funden casi al instante, suministrando un vidrio opaco y con color.

10º. Que el diamante ofrece una propiedad que le es del todo peculiar, y es la de arder como los cuerpos combustibles, y disiparse enteramente.

Hay otro medio que no he practicado para aumentar mas la actividad del fuego por medio del gas oxîgeno; y es empleándole para dar ayre en un fuelle de forja. Mr. Achard tuvo la primera

idea; pero los métodos que ha empleado, y por los que creia deflogistar el ayre de la atmósfera, no le han producido cosa satisfactoria. El aparato que pienso hacer construir será muy sencillo: consistirá en un horno, ó especie de forja de una tierra muy refractaria: su figura será casi semejante á la del horno lám. XIII, solo que será menos elevado, y construido generalmente con dimensiones mas pequeñas: tendrá dos aberturas: la una en E, á la que se ajustará el cañon de un fuelle, y otra enteramente semejante, en la que entrará un tubo que se comunique con el gasómetro. Avivaré quanto pueda el fuego con el ayre del fuelle, y en llegando á este punto, llenaré enteramente el horno con carbones encendidos, é interceptando despues con prontitud el viento del fuelle, y abriendo una llave, daré entrada al gas oxîgeno con una presion de quatro á cinco pulgadas. De este modo puedo reunir el gas oxîgeno de muchos gasómetros, hasta llegar á hacer pasar ocho ó nueve pies cúbicos de este gas al traves del horno; y produciré un calor mucho mas intenso que el que hasta ahora conocemos. Cuidaré de hacer bien grande la abertura superior del horno para dar libre paso al calórico, y evitar de este modo que una dilatacion demasiado rápida de este fluido eminentemente elástico, produzca un estallido.

TABLAS
PARA EL USO
DE LOS QUÍMICOS.

TABLAS

PARA EL USO DE LOS QUÍMICOS.

Nº I.

Tabla para convertir las onzas, ochavas y granos en fracciones decimales de libras, peso de marco.

TABLA PARA LOS GRANOS.

Granos peso de marco.	*Fracciones decimales de libra correspondientes.*	*Granos peso de marco.*	*Fracciones decimales de libra correspondientes.*
	libra.		libra.
1	0,000108507	13	0,001410591
2	0,000217014	14	0,001519098
3	0,000325521	15	0,001627605
4	0,000434028	16	0,001736112
5	0,000542535	17	0,001844619
6	0,000651042	18	0,001953125
7	0,000759549	19	0,002061633
8	0,000868056	20	0,002170140
9	0,000976563	21	0,002278647
10	0,001085070	22	0,002387154
11	0,001193577	23	0,002495661
12	0,001302084	24	0,002004168

Granos peso de marco.	Fracciones decimales de libra correspondientes.	Granos peso de marco.	Fracciones decimales de libra correspondientes.
	libra.		libra.
25	0,002712675	51	0,005533857
26	0,002821182	52	0,005642364
27	0,002929689	53	0,005750871
28	0,003038196	54	0,005859378
29	0,003146703	55	0,005967885
30	0,003255210	56	0,006076372
31	0,003363717	57	0,006184899
32	0,003472224	58	0,006293406
33	0,003580731	59	0,006401913
34	0,003689238	60	0,006510420
35	0,003797745	61	0,006618927
36	0,003906252	62	0,006727434
37	0,004014759	63	0,006835941
38	0,004123266	64	0,006944448
39	0,004231773	65	0,007052955
40	0,004340280	66	0,007161462
41	0,004448787	67	0,007269969
42	0,004557294	68	0,007378456
43	0,004665801	69	0,007486983
44	0,004774308	70	0,007595490
45	0,004882815	71	0,007703997
46	0,004991322	72	0,007812504
47	0,005099829	73	0,007921011
48	0,005208336	74	0,008029518
49	0,005316843	75	0,008138025
50	0,005425350	76	0,008246532

Granos peso de marco.	*Fracciones decimales de libra correspondientes.*	*Granos peso de marco.*	*Fracciones decimales de libra correspondientes.*
	libra.		libra.
77	0,008355039	89	0,009657123
78	0,008463546	90	0,009765630
79	0,008572053	91	0,009874137
80	0,008680560	92	0,009982644
81	0,008789067	93	0,010091151
83	0,008897574	94	0,010199658
83	0,009006081	95	0,010308165
84	0,009114588	96	0,010416672
85	0,009223095	97	0,010525179
86	0,009331602	98	0,010633686
87	0,009440109	99	0,010742193
88	0,009548616	100	0,010850700

PARA LAS OCHAVAS.

ochav.	libra.
1	0,0078125
2	0,0156250
3	0,0234375
4	0,0312500
5	0,0390625
6	0,0468750
7	0,0546875
8	0,0625000
9	0,0703125
10	0,0781250
11	0,0859375
12	0,0937500
13	0,1015625
14	0,1093750
15	0,1171875
16	0,1250000

PARA LAS ONZAS.

onzas.	libra.
1	0,0625000
2	0,1250000
3	0,1875000
4	0,2500000
5	0,3125000
6	0,3750000
7	0,4375000
8	0,5000000
9	0,5625000
10	0,6250000
11	0,6875000
12	0,7500000
13	0,8125000
14	0,8750000
15	0,9375000
16	1,0000000

Nº II.

Tabla para convertir las fracciones decimales de libra en fracciones comunes.

PARA LAS DECIMALES DE LIBRA.

Fracciones decimales de libra.	*Fracciones comunes de libra correspondientes.*
libra.	onz. och. gran.
0,1	1 . 4 . 57,60
0,2	3 . 1 . 43,20
0,3	4 . 6 . 28,80
0,4	6 . 3 . 14,40
0,5	8 . 8 . 0
0,6	9 . 4 . 57,60
0,7	11 . 1 . 43,20
0,8	12 . 6 . 28,80
0,9	14 . 3 . 14,40
1,	16 . 0 . 0

PARA LAS MILESIMAS DE LIBRA.

Fracciones decimales de libra.	*Fracciones comunes de libra correspondientes.*
libra.	och. gran.
0,001	,, . ,, . 9,22
0,002	,, . ,, . 18,43
0,003	,, . ,, . 27,65
0,004	,, . ,, . 36,86
0,005	,, . ,, . 46,08
0,006	,, . ,, . 55,30
0,007	,, . ,, . 64,51
0,008	,, . 1 . 1,73
0,009	,, . 1 . 10,94
0,010	,, . 1 . 20,16

PARA LAS CENTESIMAS DE LIBRA.

libra.	onz. och. gran.
0,01	,, . 1 . 20,16
0,02	,, . 2 . 40,32
0,03	,, . 3 . 60,48
0,04	,, . 5 . 8,64
0,05	,, . 6 . 28,80
0,06	,, . 7 . 48,96
0,07	,, . 0 . 69,12
0,08	,, . 2 . 17,28
0,09	,, . 3 . 37,44
0,10	,, . 4 . 57,60

PARA LAS DIEZMILESIMAS DE LIBRA.

libra.	granos.
0,0001	0,92
0,0002	1,84
0,0003	2,76
0,0004	3,69
0,0005	4,61
0,0006	5,53
0,0007	6,45
0,0008	7,37
0,0009	8,29
0,0010	9,22

PARA LAS CIENMILESIMAS DE LIBRA.

Fracciones decimales de libra.	*Fracciones comunes de libra correspondientes.*
libra.	granos.
0,00001	0,09
0,00002	0,18
0,00003	0,28
0,00004	0,37
0,00005	0,46
0,00006	0,55
0,00007	0,64
0,00008	0,74
0,00009	0,83
0,00010	0,92

PARA LAS MILLONESIMAS DE LIBRA.

Fracciones decimales de libra.	*Fracciones comunes de libra correspondientes.*
libra.	granos.
0,000001	0,01
0,000002	0,02
0,000003	0,03
0,000004	0,04
0,000005	0,05
0,000006	0,06
0,000007	0,07
0,000008	0,08
0,000009	0,09
0,000010	0,10

Nº III.

Tabla del número de pulgadas cúbicas correspondientes á un peso determinado de agua.

TABLA PARA LOS GRANOS.

Granos de agua, peso de marco.	*Número de pulgadas cúbicas correspondientes.*	*Granos de agua, peso de marco.*	*Número de pulgadas cúbicas correspondientes.*
1	0,003	23	0,062
2	0,005	24	0,065
3	0,008	25	0,067
4	0,011	26	0,070
5	0,013	27	0,073
6	0,016	28	0,076
7	0,019	29	0,078
8	0,022	30	0,081
9	0,024	31	0,084
10	0,027	32	0,086
11	0,030	33	0,089
12	0,032	34	0,092
13	0,035	35	0,094
14	0,038	36	0,097
15	0,040	37	0,100
16	0,043	38	0,103
17	0,046	39	0,105
18	0,049	40	0,108
19	0,051	41	0,111
20	0,054	42	0,113
21	0,057	43	0,116
22	0,059	44	0,119

Granos de agua, peso de marco.	*Número de pulgadas cúbicas correspondientes.*	*Granos de agua, peso de marco.*	*Número de pulpadas cúbicas correspondientes.*
45	0,121	59	0,159
46	0,124	60	0,162
47	0,127	61	0,165
48	0,130	62	0,167
49	0,132	63	0,170
50	0,135	64	0,173
51	0,138	65	0,175
52	0,140	66	0,178
53	0,143	67	0,181
54	0,146	68	0,184
55	0,148	69	0,186
56	0,151	70	0,189
57	0,154	71	0,192
58	0,157	72	0,194

PARA LAS OCHAVAS.

	pulgadas cúbicas.
1	0,193
2	0,386
3	0,579
4	0,772
5	0,965
6	1,158
7	1,351
8	1,543

PARA LAS ONZAS.

	pulgadas cúbicas.
1	1,543
2	3,086
3	4,629
4	6,172
5	7,715
6	9,258
7	10,801
8	12,344
9	13,887
10	15,430
11	16,973
12	18,516
13	20,059
14	21,602
15	23,145
16	24,687

TABLA PARA LAS LIBRAS.

Libras de agua, peso de marco.	*Número de pulgadas cúbicas correspondientes.*	*Libras de agua, peso de marco.*	*Número de pulgadas cúbicas correspondientes.*
	pulgadas cúbicas.		pulgadas cúbicas.
1	24,687	20	493,740
2	49,374	21	518,427
3	74,061	22	543,114
4	98,748	23	567,801
5	123,420	24	592,448
6	148,122	25	617,175
7	172,809	26	641,862
8	197,496	27	666,549
9	222,180	28	691,236
10	246,870	29	715,923
11	271,557	30	740,610
12	296,244	40	987,480
13	320,931	50	1234,200
14	345,618	60	1481,220
15	370,305	70	1728,000
16	394,992	80	1974,960
17	419,676	90	2221,800
18	444,360	100	2328,700
19	469,050		

Nº IV.

Tabla para convertir las líneas y fracciones de línea en fracciones decimales de pulgada.

TABLA PARA LAS FRACCIONES DE LINEA.

Duodécimas de línea.	*Fracciones decimales de pulgada correspondientes.*
	pulgadas.
1	0,00694
2	0,01389
3	0,02083
4	0,02778
5	0,03472
6	0,04167
7	0,04861
8	0,05556
9	0,06250
10	0,06944
11	0,07639
12	0,08333

TABLA PARA LAS LINEAS.

Líneas.	*Fracciones decimales de pulgada correspondientes.*
	pulgadas.
1	0,08333
2	0,16667
3	0,25000
4	0,33333
5	0,41667
6	0,50000
7	0,58333
8	0,66667
9	0,75000
10	0,83333
11	0,91667
12	0,00000

Nº V.

Tabla para convertir las alturas de agua observadas en las campanas ó frascos, á alturas correspondientes de azogue expresadas en fracciones decimales de pulgada.

Altura del agua expresada en líneas.	*Altura correspondiente de azogue expresada en fracciones decimales de pulgada.*	*Altura del agua expresada en líneas.*		*Altura correspondiente de azogue expresada en fracciones decimales de pulgada.*
lineas.	pulgadas.	pulg.	lin.	pulgadas.
1	0,00614		20	0,12284
2	0,01228		21	0,12898
3	0,01843		22	0,13512
4	0,02457		23	0,14126
5	0,03071	2		0,14741
6	0,03685	3		0,22111
7	0,04299	4		0,29481
8	0,04914	5		0,36852
9	0,05528	6		0,44222
10	0,06142	7		0,51593
11	0,06756	8		0,58963
12	0,07370	9		0,66333
13	0,07985	10		0,73704
14	0,08599	11		0,81074
15	0,09213	12		0,88444
16	0,09827	13		0,95815
17	0,10441	14		1,03185
18	0,11055	15		1,10556
19	0,11670	16		1,17926

Nº VI.

Tabla de las cantidades de pulgadas cúbicas francesas correspondientes á una onza, medida de Mr. Priestley.

Onzas, medida de Mr. Priestley.	*Pulgadas cúbicas francesas correspondientes.*	*Onzas, medida de Mr. Priestley.*	*Pulgadas cúbicas francesas correspondientes.*
	pulgadas cúbicas.		
1	1,567	20	31,340
2	3,134	30	47,010
3	4,701	40	62,680
4	6,268	50	78,350
5	7,835	60	94,020
6	9,402	70	109,690
7	10,969	80	125,360
8	12,536	90	141,030
9	14,103	100	156,700
10	15,670	200	313,400
11	17,237	300	470,100
12	18,804	400	626,800
13	20,371	500	783,500
14	21,938	600	940,200
15	23,505	700	1096,900
16	25,072	800	1253,600
17	26,639	900	1410,300
18	28,206	1000	1567,000
19	29,773		

Nº VII.

Tabla de las gravedades de diferentes gases á 28 pulgadas de presion y á 10 grados del termómetro.

Nombres de los ayres ó gases.	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*	*Observaciones.*
	granos.	on. oc. gr.	
Ayre atmosférico...	0,46005	1. 3. 3,00	Segun mis experimentos.
Gas azoe............	0,44444	1. 2. 48,00	Segun mis experimentos.
Gas oxîgeno.........	0,50694	1. 4. 12,00	Segun mis experimentos.
Gas hidrógeno......	0,03539	" " 61,15	Segun mis experimentos.
Gas ácido carbónico.	0,68985	2. " 40,00	Segun mis experimentos.
Gas nitroso.........	0,54690	1. 5. 9,04	Segun Mr. Kirwan.
Gas amoniacal......	0,27488	" 6. 43,00	Segun Mr. Kirwan.
Gas ácido sulfuroso.	1,03820	3. " 66,00	Segun Mr. Kirwan.

Nº VIII.

Tabla de las gravedades específicas de las sustancias minerales, sacada de la obra de Mr. Brisson.

Nombres de las sustancias metálicas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso de pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Oro	Oro de 24 quilates fundido y sin forjar.	192581	12. 3. 62	1348. 1. 0. 41
	El mismo fundido y forjado.	193617	12. 4. 28	2355. 5. 0. 60
	Oro de ley de Paris, ó de 22 quilates fundido y sin forjar.	174863	11. 2. 48	1224. 0. 5. 18
	El mismo fundido y forjado.	175894	11. 3. 15	1231. 4. 1. 2
	Oro de la ley de moneda de Francia, ó de $21\frac{22}{32}$ quilates fundido y sin forjar.	174022	11. 2. 17	1218. 2. 3. 51
	El mismo acuñado.	176474	11. 3. 36	1235. 5. 0. 51
	Oro de joyas ó de 20 quilates fundido y sin forjar.	157090	10. 1. 33	1099. 10. 0. 46
	El mismo fundido y forjado.	157746	10. 1. 57	1104. 3. 4. 30
Plata	Plata de 12 dineros fundida y sin forjar.	104743	6. 6. 22	737. 3. 1. 53
	La misma fundida y forjada.	105107	6. 6. 36	733. 11. 7. 42

SUSTANCIAS METALICAS.

Nombres de las sustancias metálicas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.* on. oc. gr.	*Peso del pie cúbico.* lib. on. oc. gr.
Plata	Plata de ley de Paris, ó de 11 dineros y 10 granos, fundida y sin forjar.	101752	6. 4. 55	712. 4. 1. 57
	La misma fundida y forjada.	103765	6. 5. 58	726. 5. 5. 32
	Plata de la ley de la moneda de Francia, ó de 10 dineros y 21 granos, fundida y sin forjar.	100476	6. 4. 7	703. 5. 2. 36
	La misma acuñada.	104077	6. 5. 70	728. 8. 4. 71
Platino	Platino nativo en granalla.	156017	10. 0. 65	1092. 1. 7. 17
	El mismo blanqueado por el ácido muriático.	167521	10. 6. 62	1172. 10. 2. 59
	Platino purificado fundido.	195000	12. 5. 8	1365. 0. 0. 0
	Platino purificado forjado.	203366	13. 1. 32	1423. 8. 7. 67
	Platino purificado pasado por la hilera.	210417	13. 5. 8	1472. 14. 5. 46
	Platino purificado pasado por el laminador.	220690	14. 2. 31	1544. 13. 2. 17
Cobre	Cobre fundido y sin forjar.	77880	5. 0. 28	545. 2. 4. 35
	El mismo fundido y pasado por la hilera.	88785	5. 6. 3	621. 7. 7. 26
	Laton fundido y sin forjar.	83958	5. 3. 38	587. 11. 2. 26
	El mismo fundido y pasado por la hilera.	85441	5. 4. 22	598. 1. 3. 10

SUSTANCIAS METALICAS.

Nombres de las sustancias metálicas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.* on.	oc.	gr.	*Peso del pie cúbico.* lib.	on.	oc.	gr.
Hierro...	Hierro fundido.	72070	4.	5.	27	504.	7.	6.	52
	Hierro forjado en barra, batido ó sin batir.	77880	5.	0.	28	545.	2.	4.	35
	Acero sin templar ni batir.	78331	5.	0.	44	548.	5.	0.	41
	El mismo batido y sin templar.	78404	5.	0.	47	548.	13.	1.	71
	El mismo batido y despues templado.	78180	5.	0.	39	547.	4.	1.	20
	El mismo templado y sin batir.	78163	5.	0.	38	547.	2.	2.	3
Estaño..	Estaño puro de Cornualles fundido y sin batir.	72914	4.	5.	58	510.	6.	2.	68
	El mismo fundido y batido.	72994	4.	5.	61	510.	15.	2.	45
	Estaño de Malac fundido y sin batir.	72963	4.	5.	60	510.	11.	6.	61
	El mismo fundido y batido.	73065	4.	5.	64	511.	7.	2.	17
Plomo...	Fundido.	113523	7.	2.	62	794.	10.	4.	44
Zinc.....	Zinc fundido.	71908	4.	5.	21	503.	5.	5.	41
Bismuto.	Bismuto fundido.	98227	6.	2.	67	687.	9.	3.	28
Cobalto..	Cobalto fundido.	78119	5.	0.	36	546.	13.	2.	45
Antim...	Antimonio fundido.	67021	4.	2.	54	469.	2.	2.	59
	Antimonio crudo.	40643	2.	5.	5	284.	8.	0.	9
	Vidrio de antimonio.	49464	3.	1.	47	346.	3.	7.	64

SUSTANCIAS METALICAS.

Nombres de las sustancias metálicas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Arsénico.	Arsénico fundido.	57633	3. 5. 64	403. 6. 7. 12
Nickel...	Nickel fundido.	78070	5. 0. 35	546. 7. 6. 52
Molibdeno.....	....	47385	3. 0. 41	331. 11. 1. 69
Tunsteno.	....	60665	3. 7. 33	424. 10. 3. 60
Mercurio.	....	135681	8. 6. 25	949. 12. 2. 13

PIEDRAS PRECIOSAS.

Nombres de las piedras preciosas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Diamante.....	Diamante oriental brillante.	35212	2. 2. 19	246. 7. 5. 69
	Diamante oriental rosa.	35310	2. 2. 22	247. 2. 5. 55
Rubí....	Rubí oriental.	42833	2. 6. 15	299. 13. 2. 26
	Rubí espinel.	37600	2. 3. 36	263. 3. 1. 43
	Rubí balax.	36458	2. 2. 65	255. 3. 2. 26
	Rubí del Brasil.	35311	2. 2. 22	247. 2. 6. 47
Topacio.	Topacio oriental.	40106	2. 4. 57	280. 11. 6. 70
	Topacio-pistacho oriental.	40615	2. 5. 4	284. 4. 7. 3
	Topacio del Brasil.	35365	2. 2. 24	247. 8. 7. 3

PIEDRAS PRECIOSAS.

Nombres de las piedras preciosas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*			*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Topacio.	Topacio de Saxonia.	35640	2.	2.	35	249.	7.	5.	32
	Topacio blanco de Saxonia.	35535	2.	2.	31	248.	11.	7.	26
Zafiro...	Zafiro oriental.	39941	2.	4.	51	279.	9.	3.	10
	Zafiro oriental blanco.	39911	2.	4.	50	279.	6.	0.	18
	Zafiro del Puy.	40769	2.	5.	10	285.	6.	1.	2
	Zafiro del Brasil.	31307	2.	0.	17	219.	2.	3.	5
Girasol..	....	40000	2.	4.	53	280.	0.	0.	0
Jargon..	Jargon de Zeylan.	44161	2.	6.	65	309.	2.	0.	18
Jacinto..	Jacinto comun.	36873	2.	3.	9	258.	1.	5.	22
Bermeja.	....	42299	2.	5.	67	296.	1.	3.	65
Granate.	Granate de Bohemia............	41888	2.	5.	52	293.	3.	3.	47
	Granate en cristal dodecaedro..	40627	2.	5.	5	284.	6.	1.	57
	Granate en cristal de 24 caras volcanizado.....	24684	1.	4.	58	172.	12.	4.	62
	Granate Siriaco..	40000	2.	4.	53	280.	0.	0.	0
Esmeralda......	Esmeralda del Perú..............	27755	1.	6.	28	194.	4.	4.	35
Crisólita.	Crisólita de los Joyeros...........	27821	1.	6.	31	194.	11.	7.	44
	Crisólita del Brasil..............	26923	1.	5.	69	188.	7.	3.	1
Aguamarina.....	Aguamarina oriental ó Berilo.	35489	2.	2.	29	248.	6.	6.	10
	Aguamarina occidental..........	27227	1.	6.	8	190.	9.	3.	28

PIEDRAS SILICEAS.

Nombres de las piedras siliceas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Cristal de roca....	Cristal de roca cristalino de Madagascar.	26530	1. 5. 54	185.11. 2. 64
	Cristal de roca del Brasil.	26526	1. 5. 54	185.10. 7. 21
	Cristal de roca gelatinoso ó de Europa.	26548	1. 5. 55	185.13. 3. 1
Quarzo..	Quarzo cristalizado.	26546	1. 5. 55	185.13. 1. 16
	Quarzo en masa.	26471	1. 5. 52	185. 4. 6. 1
Amolar.	Amolar de empedrados.	24158	1. 4. 38	169. 1. 5. 41
	Amolar de afilar.	21429	1. 3. 8	150. 0. 0. 28
	Amolar de cuchillero.	21113	1. 2. 68	147.12. 5. 18
	Amolar reluciente de Fontainebleau.	25616	1. 5. 20	179. 4. 7. 67
	Piedra de amolar guadañas de mediano grano de Auvernia.	25638	1. 5. 21	179. 7. 3. 47
	Piedra de lo mismo de Lorena.	25298	1. 5. 8	177. 1. 3. 1
Agata..	Agata oriental.	25901	1. 5. 31	181. 4. 7. 21
	Agata onisa.	26375	1. 5. 49	184.10. 0. 0
Calcedonia.....	Calcedonia.	26640	1. 5. 59	186. 7. 5. 32
Cornalina......	....	26137	1. 5. 40	182.15. 2. 54
Sardónica.	Sardónica pura.	26025	1. 5. 36	182. 2. 6. 39
Prasio..	....	25805	1. 5. 27	180.10. 1. 20
Piedra de escopeta.....	Piedra de fusil ó escopeta.	25941	1. 5. 32	181. 9. 3. 10
	Piedra de fusil negruzca.	25817	2. 5. 28	180.11. 4. 2

PIEDRAS SILICEAS.

Nombres de las piedras silíceas.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*			*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Pedernal.	Pedernal onis.	26644	1.	5.	59	186.	8.	1.	2
	Pedernal de Rennes.	26538	1.	5.	55	185.	12.	2.	2
Piedra de molino..	....	24835	1.	4.	63	173.	13.	4.	12
Jade.....	Jade blanca.	39502	1.	7.	21	206.	8.	1.	57
	Jade verde.	29660	1.	7.	27	207.	9.	7.	26
Jaspe....	Jaspe encarnado.	26612	1.	5.	58	186.	4.	4.	25
	Jaspe pardo.	26911	1.	5.	69	188.	6.	0.	18
	Jaspe amarillo.	27101	1.	6.	4	189.	11.	2.	36
	Jaspe violado.	27111	1.	6.	4	189.	12.	3.	33
	Jaspe gris.	27640	1.	6.	24	193.	7.	5.	32
	Jaspe onis ó alistado.	28160	1.	6.	43	197.	1.	7.	26
Chorlo..	Chorlo negro prismático hexâedro.	33636	2.	1.	32	235.	7.	1.	62
	Chorlo negro espático.	33852	2.	1.	40	236.	15.	3.	28
	Chorlo negro en masa, ó basalto negro antiguo.	29225	1.	7.	11	204.	9.	1.	43

PIEDRAS ARCILLOSAS Ó ALUMINOSAS.

Nombres de las piedras.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*			*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Serpentina......	Serpentina opaca verde de Italia, ó gabro de los Florentinos.	24295	1.	4.	43	170.	1.	0.	23

PIEDRAS ARCILLOSAS Ó ALUMINOSAS.

Nombres de las piedras.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Esteatita.	Creta ordinaria de Brianson.	27274	1. 6. 10	190.14. 5. 56
	Creta de España.	27902	1. 6. 34	195. 5. 0. 14
	Piedra ollar hojosa del Delfinado.	27687	1. 6. 26	193.12. 7. 40
	Piedra ollar hojosa de Suecia.	28531	1. 6. 57	199.11. 3. 56
Talco....	Talco de Moscovia.	27917	1. 6. 34	195. 6. 5. 46
	Mica negra.	29004	1. 7. 3	203. 0. 3. 42
Eschisto.	Eschisto comun.	26718	1. 5. 61	187. 0. 3. 24
	Pizarra nueva.	28535	1. 6. 57	199.11. 7. 26
	Piedra blanca de amolar las navajas de afeytar.	28763	1. 6. 66	201. 5. 3. 47
	Piedra negra y blanca de lo mismo.	31311	2. 0. 17	219. 2. 6. 47

PIEDRAS CALIZAS.

Espato calizo..	Espato calizo romboidal, llamado cristal de Islanda.	27151	1. 6. 6	190. 0. 7. 21
	Espato calizo piramidal, llamado diente de cochino.	27141	1. 6. 5	189.15. 6. 24
Alabastro.....	Alabastro oriental blanco antiguo.	27302	1. 6. 11	191. 2. 6. 42
Marmol.	Marmol campan verde.	27417	1. 6. 16	191.14. 5. 46
	Marmol campan encarnado.	27242	1. 6. 9	190.11. 0. 60
	Marmol blanco de Carrara.	27168	1. 6. 6	190. 2. 6. 38
	Marmol blanco de Páros.	28376	1. 6. 51	198.10. 0. 65

PIEDRAS CALCAREAS.

Nombres de las piedras.	Variedades.	Gravedad específica.	Peso de la pulgada cúbica.	Peso del pie cúbico.
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Piedras calizas para edificios.	Piedra de S. Leu, de la cantera de S. Leu.	16593	1. 0. 43	116. 2. 3. 24
	Piedra de S. Leu, de la cantera de nuestra Señora.	18094	1. 1. 28	126. 10. 4. 16
	Piedra de Vergelet del grano mas grueso.	16542	1. 0. 42	115. 12. 5. 46
	Piedra de Arcueil.	20605	1. 2. 49	144. 3. 6. 6
	Piedra de Liais del centro de Bagneux, de la cantera de Mad. Ricateau.	20778	1. 2. 56	145. 7. 1. 6
	Piedra de Liais del centro de Bagneux, de la cantera de M. Ory.	23902	1. 4. 28	167. 5. 0. 14
	Piedra de las canteras de Bouré.	13864	0. 7. 14	97. 1. 6. 10
	Piedra de Passy cerca de Tonnerre.	23340	1. 4. 7	163. 6. 0. 46

ESPATOS.

Espato pesado, ó sulfate de bárita.	Espato pesado blanco.	44300	2. 6. 70	310. 1. 4. 58
Espato fluor, ó fluate de cal.	Espato fluor blanco.	31555	2. 0. 26	220. 14. 1. 20
	Espato fluor encarnado.	31911	2. 0. 39	223. 6. 0. 18
	Espato fluor verde.	31817	2. 0. 36	222. 11. 2. 17
	Espato fluor azul.	31688	2. 0. 31	221. 13. 0. 32
	Espato fluor violado.	31757	2. 0. 34	222. 4. 6. 20

ZEOLITA.

Nombres de las piedras.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Zeolita..	Zeolita brillante encarnada de Oedelfors.	24868	1. 4. 64	174. 1. 1. 52
	Zeolita brillante blanca.	20739	1. 2. 54	145. 2. 6. 10
	Zeolita cristalizada.	20833	1. 2. 58	145.13. 2. 26
PEISCHTEIN Ó PIEDRA PEZ.				
Piedra pez.....	Piedra pez negra.	20499	1. 2. 45	143. 7. 7. 7
	Piedra pez amarilla.	20860	1. 2. 59	146. 0. 2. 40
	Piedra pez encarnada.	26695	1. 5. 61	186.13. 6. 52
	Piedra pez negruzca.	23191	1. 4. 2	162. 5. 3. 10
PIEDRAS MEZCLADAS.				
Pórfido..	Pórfido encarnado.	27651	1. 6. 24	193. 8. 7. 21
	Pórfido encarnado del Delfinado.	27933	1. 6. 35	195. 8. 3. 70
Serpentina......	Serpentina verde.	28960	1. 7. 1	202.11. 4. 12
	Serpentina negra ó variolita del Delfinado.	29339	1. 7. 15	205. 5. 7. 54
	Serpentina verde del Delfinado.	29883	1. 7. 36	209. 2. 7. 12
Ofita....	....	29722	1. 7. 30	208. 0. 6. 66
Granitelo......	....	30626	1. 7. 63	214. 6. 0. 65
Granito..	Granito encarnado de Egipto.	26541	1. 5. 55	185.12. 4. 53
	Granito de un encarnado hermoso.	27609	1. 6. 23	193. 4. 1. 48
	Granito del Valle de Girardmas en los Vosges.	27163	1. 6. 6	190. 2. 2. 3

PIEDRAS DE VOLCANES.

Nombres de las piedras.	Variedades.	Gravedad específica.	Peso de la pulgada cúbica.	Peso del pie cúbico.
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Piedras de volcanes...	Piedra pomez.	9145	,, 4. 53	64. 0. 1. 66
	Lava compacta ó piedra gallinazo.	23480	1. 4. 13	164. 5. 6. 6
	Piedra de Volvic.	23205	1. 4. 2	162. 6. 7. 49
	Basalto de la calzada de los Gigantes.	28642	1. 6. 61	200. 7. 7. 17
	Basalto prismático de Auvernia.	24215	1. 4. 40	169. 8. 0. 46
	Basalto llamado piedra de toque.	24153	1. 4. 38	169. 1. 1. 6

VITRIFICACIONES ARTIFICIALES.

Vidrios..	Escoria de las fraguas.	28548	1. 6. 58	199.13. 3. 1
	Vidrio de botellas.	27325	1. 6. 12	191. 4. 3. 14
	Vidrio verde ó comun de vidrieras.	26423	1. 5. 50	184.15. 3. 1
	Vidrio blanco ó cristal de Francia.	28922	1. 7. 0	202. 7. 2. 8
	Cristal de los espejos de S. Gobin.	24882	1. 4. 65	174. 2. 6. 20
	Cristal de Inglaterra llamado *Flint-Glass*.	33293	2. 1. 19	233. 0. 6. 38
	Vidrio de borax.	26070	1. 5. 37	182. 7. 6. 52
Porcelanas.....	Porcelana dura del Rey, ó de Seves.	21457	1. 3. 9	150. 3. 1. 34
	Porcelana de Limoges.	23410	1. 4. 10	163.13. 7. 26
	Porcelana de là China.	23847	1. 4. 26	166.14. 6. 66

SUSTANCIAS INFLAMABLES.

Nombres de las sustancias.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*			*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Azufre..	Azufre nativo.	20332	1.	2.	39	142.	5.	1.	34
	Azufre fundido.	19907	1.	2.	23	139.	5.	3.	56
Betunes.	Carbon de piedra compacto.	13292	0.	6.	64	93.	0.	5.	46
	Ambar.	9263	0.	4.	58	64.	13.	3.	47
	Succino trasparente.	10780	0.	5.	42	75.	7.	2.	63

TABLA DE LAS GRAVEDADES ESPECIFICAS DE LOS FLUIDOS.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*			*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Aguas...	Agua destilada.	10000	0.	5.	13$\frac{1}{3}$	70.	0.	0.	0
	Agua de lluvia.	10000	0.	5.	13$\frac{1}{3}$	70.	0.	0.	0
	Agua del rio Sena filtrada.	10001,5	0.	5.	13,4	70.	0.	1.	25
	Agua de Arcueil.	10004,6	0.	5.	13,5	70.	0.	4.	9
	Agua de la ciudad de Avray.	10004,3	0.	5.	13,5	70.	0.	3.	61
	Agua de mar.	10263	0.	5.	23	71.	13.	3.	47
	Agua del lago Asfaltito, ó del mar muerto.	12403	0.	6.	31	86.	13.	1.	6
	LICORES ESPIRITUOSOS.								
Vinos...	Vino de Borgoña.	9915	0.	5.	10	69.	6.	3.	60
	Vino de Burdeos.	9939	0.	5.	11	69.	9.	1.	25
	Vino de Malvasia de Madera.	10382	0.	5.	28	72.	10.	6.	20
	Cerbeza tinta.	10338	0.	5.	26	72.	5.	6.	61
	Cerbeza blanca.	10231	0.	5.	22	71.	9.	6.	70
	Sidra.	10181	0.	5.	20	71.	4.	2.	13
Espiritu de vino ó alkool...	Alkool del comercio.	8371	0.	4.	25	58.	9.	3.	30
	Alkool muy rectificado.	8293	0.	4.	22	58.	0.	6.	38
	Alkool mezclado con agua.								
	Alkool. *Agua.*								
	partes. partes.								
	15.......... 1...	8527	0.	4.	30	59.	11.	0.	14
	14.......... 2..	8674	0.	4.	36	60.	11.	4.	3
	13.......... 3...	8815	0.	4.	41	61.	11.	2.	17
	12.......... 4...	8947	0	4.	46	62.	10.	0.	37
	11.......... 5...	9075	0.	4.	51	63.	8.	3.	14
	10.......... 6...	9199	0.	4.	55	64.	6.	2.	22
	9.......... 7...	9317	0.	4.	60	65.	3.	4.	2

LICORES ESPIRITUOSOS.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
Espíritu de vino ó alkool...	Alkool mezclado con agua.			
	Alkool. *Agua.*			
	partes. partes.		on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
	8........ 8...	9427	0. 4. 64	65.15. 6. 43
	7........ 9...	9519	0. 4. 67	66.10. 1. 2
	6........ 10...	9598	0. 4. 70	67. 2. 7. 58
	5........ 11...	9674	0. 5. 1	67.11. 3. 66
	4........ 12...	9733	0. 5. 3	68. 2. 0. 55
	3........ 13...	9791	0. 5. 6	68. 8. 4. 53
	2........ 14...	9852	0. 5. 8	68.15. 3. 8
	1........ 15...	9919	0. 5. 10	69. 6. 7. 31
Eter.....	Eter sulfúrico.	7396	0. 3. 60	51.12. 2. 59
	Eter nítrico.	9088	0. 4. 51	63. 9. 6. 61
	Eter muriático.	7296	0. 3. 56	51. 1. 1. 16
	Eter acetico.	8664	0. 4. 35	60.10. 2. 68

LICORES ACIDOS.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
Acidos minerales......	Acido sulfúrico.	18409	1. 1. 39	128.13. 6. 33
	Acido nítrico.	12715	„ 6. 43	89. 0. 0. 46
	Acido muriático.	11940	„ 6. 14	83. 9. 2. 17
Acidos vegetales.....	Acido acetoso tinto.	10251	0. 5. 23	71.12. 0. 65
	Acido acetoso blanco.	10135	0. 5. 18	70.15. 0. 69
	Acido acetoso destilado.	10095	0. 5. 17	70.10. 5. 9
	Acido acético.	10626	0. 5. 37	74. 6. 0. 65
Acidos animales.....	Acido fórmico.	9942	0. 5. 11	69. 9. 4. 2

ALCALI VOLATIL Ó AMONIACAL.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
Amoniaca......	Amoniaca en licor.	8970	0. 4. 47	62.12. 5. 9

LICORES ACEYTOSOS.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*			*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Aceytes volátiles ó esenciales.......	Aceyte esencial de trementina.	8697	0.	4.	37	60.	14.	0.	37
	Trementina líquida.	9910	0.	5.	10	69.	5.	7.	26
	Aceyte esencial de espliego.	8938	0.	4.	46	62.	9.	0.	32
	Aceyte esencial de clavo.	10363	0.	5.	27	72.	8.	5.	18
	Aceyte esencial de canela.	10439	0.	5.	30	73.	1.	1.	25
Aceytes fixos ó grasos...	Aceyte de olivas.	9153	0.	4.	54	64.	1.	1.	6
	Aceyte de almendras dulces.	9170	0.	4.	54	64.	3.	0.	23
	Aceyte de linaza.	9403	0.	4.	63	65.	13.	1.	6
	Aceyte de adormideras.	9288	0.	4.	57	64.	10.	5.	18
	Aceyte de fabuco.	9176	0.	4.	55	64.	3.	5.	50
	Aceyte de ballena.	9233	0.	4.	57	64.	10.	0.	55

LICORES ANIMALES.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	on.	oc.	gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Licores animales.....	Leche de muger.	10203	0.	5.	21	71.	6.	5.	64
	Leche de yegua.	10346	0.	5.	26	72.	6.	6.	1
	Leche de burra.	10355	0.	5.	27	72.	7.	6.	6
	Leche de cabra.	10341	0.	5.	26	72.	6.	1.	39
	Leche de oveja.	10409	0.	5.	29	72.	13.	6.	33
	Leche de vaca.	10324	0.	5.	25	72.	4.	2.	22
	Suero de vaca clarificado.	10193	0.	5.	20	71.	5.	4.	67
	Orina humana.	10106	0.	5.	17	70.	1.	6.	70

TABLA DE LAS GRAVEDADES ESPECIFICAS DE ALGUNAS SUSTANCIAS VEGETALES Y ANIMALES.

Especies.	*Variedades.*	*Gravedades específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.*	*Peso del pie cúbico.*
			on. oc. gr.	lib. on. oc. gr.
Resinas.	Resina amarilla y blanca de pino.	10727	5. 40	75. 1. 3. 28
	Arcanzon.	10857	5. 45	75.15. 7. 63
	Brea.	10819	5. 54	75.11. 5. 59
	Baras.	10441	5. 30	73. 1. 3. 10
	Sandaraca.	10920	5. 48	76. 7. 0. 23
	Almaciga.	10742	5. 41	75. 3. 0. 60
	Estoraque.	11098	5. 54	77.10. 7. 58
	Resina ó goma copal opaca.	11398	5. 28	72.12. 4. 44
	Goma copal trasparente.	10452	5. 30	73. 2. 4. 71
	Goma copal de Madagascar.	10600	5. 36	74. 3. 1. 43
	Goma copal de la China.	10628	5. 37	74. 6. 2. 50
	Resina ó goma de limon.	10182	5. 20	71. 4. 3. 5
	Resina ó goma ánime de oriente.	10284	5. 24	71.15. 6. 33
	Resina ó goma ánime de occidente.	10426	5. 29	72.15. 5. 50
	Lábdano.	11862	6. 11	83. 0. 4. 25
	Lábdano *in tortis*.	24933	1. 4. 67	174. 8. 3. 70
	Resina ó goma de guayaco ó palo-santo.	12289	6. 27	86. 0. 2. 68
	Resina de xalapa.	12185	6. 23	85. 4. 5. 55
	Sangre de drago.	12045	6. 18	84. 5. 0. 23
	Resina ó goma laca.	11390	5. 65	79.11. 5. 32
	Resina tacamaca.	10463	5. 31	73. 3. 6. 61
	Benjui.	10924	5. 48	76. 7. 3. 65
	Resina ó goma alouchi.	10604	5. 36	74. 3. 5. 13

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.* on.	oc.	gr.	*Peso del pie cúbico.* lib.	on.	oc.	gr.
Resinas..	Resina ó goma caragna.	11244		5.	60	78.	11.	2.	45
	Resina ó goma elástica.	9335		4.	61	65.	5.	4.	12
	Alcanfor.	9887		5.	9	69.	3.	2.	54
Gomas resinas..	Goma amoniaco.	12071		6.	19	84.	7.	7.	44
	Goma seráfica.	12008		6.	16	84.	0.	7.	12
	Goma de yedra.	12948		6.	51	90.	10.	1.	29
	Goma guta.	12216		6.	24	85.	8.	1.	39
	Euforbio.	11244		5.	60	78.	11.	2.	45
	Olíbano ó incienso.	11732		6.	6	82.	1.	7.	63
	Mirra.	13600		7.	4	95.	3.	1.	43
	Bdelio.	13717		5.	65	79.	10.	1.	57
	Escamonea de Alepo.	12354		6.	29	86.	7.	5.	13
	Escamonea de Esmirna.	12743		6.	44	89.	3.	1.	52
	Gálbano.	12120		6.	20	84.	13.	3.	37
	Asa fetida.	13275		6.	64	92.	14.	6.	29
	Sarcocola.	12684		6.	42	88.	12.	4.	62
	Opoponaco.	16226	1.	0.	30	113.	9.	2.	36
Gomas.	Goma comun.	14817	0.	7.	49	103.	11.	4.	2
	Goma arábiga.	14523		7.	38	101.	10.	4.	44
	Goma adraganto.	13161		6.	59	92.	2.	0.	18
	Goma de Basora.	14346		7.	32	100.	6.	6.	1
	Goma de caoba.	14456		7.	36	101.	3.	0.	41
	Goma mombain.	14206		7.	26	99.	7.	0.	41
Zumos espesados.	Zumo de regaliz.	17228	1.	0.	67	120.	9.	4.	21
	Zumo de acacia.	15153		7.	62	106	1.	1.	6
	Zumo de areca.	14573		7.	40	102.	0.	1.	29
	Cachu.	13980		7.	18	97.	13.	6.	6
	Acibar hepático.	13586		7.	3	95.	1.	5.	4
	Acibar sucotrino.	13795		7.	11	96.	9.	0.	23

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica.* on.	oc.	gr.	*Peso del pie cúbico.* lib.	on.	oc.	gr.
Zumos espesados.	Hypocisto.	15263		7.	66	106.	13.	3.	47
	Opio.	13366		6.	67	93.	8.	7.	3
Féculas.	Añil.	7690	0.	3.	71	53.	13.	2.	17
	Achiote.	5956	0.	3.	6	41.	11.	0.	41
Ceras y grasas...	Cera amarilla.	9648		5.	0	67.	8.	4.	41
	Cera blanca.	9686		5.	2	67.	12.	6.	47
	Cera de uaruchi.	8970		4.	47	62.	12.	5.	9
	Manteca de cacao.	8916		4.	45	62.	6.	4.	53
	Esperma de ballena.	9433		4.	64	66.	0.	3.	70
	Grasa de vaca.	9232		4.	57	64.	9.	7.	63
	Grasa ó gordura de ternera.	9341		4.	61	65.	6.	1.	39
	Grasa de carnero.	9235		4.	57	64.	10.	2.	40
	Sebo.	9419		4.	64	65.	14.	7.	31
	Manteca de puerco.	9368		4.	62	65.	9.	1.	52
	Tocino lardo.	9478		4.	66	66.	5.	4.	21
	Manteca de vacas.	9423		4.	64	65.	15.	3.	1
Maderas.	Roble de 60 años: el corazon.	11700		6.	5	81.	14.	3.	14
	Corcho.	2400		1.	18	16.	12.	6.	29
	Olmo: el tronco.	6710		3.	35	46.	15.	4.	12
	Fresno: el tronco.	8450		4.	27	59.	2.	3.	14
	Haya.	8520		4.	30	59.	10.	1.	66
	Aliso.	8000		4.	11	56.	0.	0.	0
	Acer ó arce.	7550		3.	66	52.	13.	4.	58
	Nogal de Francia.	6710		3.	35	46.	15.	4.	12
	Sauce.	5850		3.	2	40.	15.	1.	43
	Tilo.	6040		3.	9	42.	4.	3.	60
	Abeto macho.	5500		2.	61	38.	8.	0.	0
	Abeto hembra.	4980		2.	42	34.	13.	6.	6
	Chopo.	3830		1.	71	26.	12.	7.	49
	Chopo blanco de España.	5294		2.	54	37.	0.	7.	31
	Manzano.	7930		4.	8	55.	8.	1.	20
	Peral.	6610		3.	31	46.	4.	2.	40

Especies.	*Variedades.*	*Gravedad específica.*	*Peso de la pulgada cúbica*		*Peso del pie cúbico.*			
			on.	oc. gr.	lib.	on.	oc.	gr.
Maderas.	Membrillo.	7050	3.	47	49.	5.	4.	58
	Níspero.	9440	4.	64	66.	1.	2.	17
	Ciruelo.	7850	4.	5	54.	15.	1.	43
	Olivo.	9270	4.	58	64.	14.	1.	66
	Guindo.	7150	3.	51	50.	0.	6.	29
	Avellano.	6000	3.	8	42.	0.	0.	0
	Box de Francia.	9120	4.	52	63.	13.	3.	37
	Box de Holanda.	13280	6.	64	92.	15.	2.	63
	Texo de Holanda.	7880	4.	6	55.	2.	4.	35
	Texo de España	8070	4.	13	56.	7.	6.	52
	Cipres de España.	6440	3.	24	45.	1.	2.	17
	Thuya ó arbol de vida.	5608	2.	65	39.	4.	0.	55
	Granado.	13540	7.	1	94.	12.	3.	60
	Morera de España.	8970	4.	47	62.	12.	5.	9
	Guayaco ó palo santo.	13330	6.	66	93.	4.	7.	49
	Naranjo.	7050	3.	47	49.	5.	4.	58

EXTRACTO

De los Registros de la Real Academia de las Ciencias de Paris

Del 4 de Febrero de 1789.

La Academia nos ha comisionado á Mr. d'Arcet y á mí para darle cuenta de un Tratado elemental de Química, que le habia presentado Mr. Lavoisier.

Este Tratado se divide en tres partes: el objeto principal de la primera es la formacion de los fluidos aeriformes y su descomposicion, la combustion de los cuerpos simples, y la formacion de los ácidos.

Las moléculas de los cuerpos pueden considerarse obedeciendo á dos fuerzas, la una repulsiva y la otra atractiva. Siempre que la última de estas fuerzas es mayor, el cuerpo queda en el estado sólido; pero si la atraccion es mas débil, las partes del cuerpo pierden la adherencia que tenian entre sí, y dexa de ser un sólido.

La fuerza repulsiva dimana de un fluido muy sutil que se insinúa al traves de las moléculas de todos los cuerpos, y las separa: esta sustancia, sea la que fuese, siendo la causa del calor, ó bien siendo la sensacion, que llamamos calor, el efecto de la acumulacion de esta sustancia, no se le puede dar en un lenguage riguroso el nombre de calor; porque la causa y el efecto no deben expresarse con una misma denominacion: motivo que movió á Mr. Lavoisier y á los demas autores de la Nomenclatura Química, á darle el nombre de calórico.

Nos contentaremos en este Informe con emplear la nomenclatura adoptada por Mr. Lavoisier; pero en el discurso de su obra, despues de haber establecido con los mas exâctos experimentos los hechos que deben servir de basa á los conocimientos químicos, ha procurado siempre justificar la nomenclatura de que hace uso, y seguir las relaciones que debe haber entre las ideas y las palabras que las representan.

Si no exîstiese mas que la fuerza atractiva de las moléculas de la materia y la fuerza repulsiva del calórico, los cuerpos pasarian repentinamente del estado sólido al de fluido aeriforme; pero otra fuerza, que es la presion de la atmósfera, se opone á esta repentina trasmutacion, y á ella se debe la exîstencia de los fluidos. Mr. Lavoisier establece con muchos experimentos el grado necesario de presion para contener ciertas sustancias en el estado líquido, como tambien el del calor que es preciso para vencer esta resistencia. Pero hay cierto número de sustancias, que á la presion de nuestra atmósfera y al grado de frio conocido, no abandonan jamas el estado de fluido aeriforme; y son las que se conocen con el nombre de gases.

Supuesto que las moléculas de todos los cuerpos de la naturaleza estan en un estado de equilibrio entre la atraccion que tiende á aproxîmarlas y á reunirlas, y los esfuerzos del calórico que procura separarlas, resulta que no solamente el calórico rodea por todas partes los cuerpos, sino que llena tambien los intervalos que sus moléculas dexan entre sí, y como es un fluido extremadamente comprimible, se acumula en ellas, se comprime, y se llega á combinar en parte. De estas consideraciones deduce Mr. Lavoisier la explicacion de lo que debe entenderse por calórico libre, por calórico com-

binado, por capacidad de calórico, por calor absoluto, por calor latente, y por calor sensible. Acaso se le podria decir que no se ha detenido lo bastante sobre la propiedad elástica y comprimible del calórico, de lo que resulta alguna diferencia entre sus principios y los de Mr. Black sobre la capacidad de calor; pero á pesar de esto las ideas de Mr. Lavoisier tienen la ventaja de ser mas claras.

Sentados estos principios generales describe Mr. Lavoiser el medio que imaginó Mr. de la Place para determinar por la cantidad de yelo derretido, la del calórico que se ha desprendido en medio de este yelo, de un cuerpo que se hallaba elevado á una cierta temperatura, ó de una combinacion que en este caso se ha formado. Despues pasa á dar ideas generales sobre la formacion y constitucion de la atmósfera de la tierra, no solamente considerándola en el estado en que se halla, sino tambien en diferentes estados hipotéticos.

Nuestra atmósfera está formada de todas las sustancias susceptibles de quedar en el estado aeriforme al grado habitual de temperatura y de presion que experimentamos. Era bien importante el determinar el número y naturaleza de los fluidos elásticos que componen esta capa inferior que habitamos. Se sabe que los conocimientos que hemos adquirido sobre este objeto son la gloria de la Química moderna: que no solamente se han analizado estos fluidos, sino que se ha llegado á conocer una multitud de combinaciones que ellos formaban con las sustancias terrestres; y que por este medio se ha llenado por la mayor parte el vacío inmenso que los antiguos Químicos procuraban ocultar con algunas suposiciones. Interesa muchísimo ver al que mas ha contribuido á suministrarnos estos nuevos conocimientos, trazar por sí mismo el plan, combi-

nar los resultados de los experimentos esparcidos en muchas Memorias suyas, perfeccionar estos experimentos y todos los aparatos que se ha visto precisado á inventar; pero no es posible seguir en un extracto las descripciones que presenta Mr. Lavoisier con mucha concision sobre la analisis del ayre de la atmósfera, sobre la descomposicion del gas oxîgeno por el azufre, el fósforo y el carbon, sobre la formacion de los ácidos en general, la descomposicion del gas oxîgeno por los metales, la formacion de los óxîdos metálicos, el principio radical del agua, su descomposicion por el carbon y el hierro, la cantidad de calórico que se desprende de las diversas especies de combustion, y la formacion del ácido nítrico.

Despues de esto exâmina Mr. Lavoisier la combinacion de las sustancias combustibles unas con otras.

El azufre, el fósforo y el carbon tienen la propiedad de unirse con los metales, de donde nacen las combinaciones que Mr. Lavoisier llama sulfuretos, fosforetos y carburetos.

El hidrógeno puede combinarse tambien con muchas sustancias combustibles: en el estado de gas, disuelve al carbono ó carbon puro, al azufre y al fósforo, y de aquí resultan las diferentes especies de gases inflamables.

Quando el hidrógeno se une con el carbono sin haber llegado al estado de gas por el calórico, resulta, segun Mr. Lavoisier, aquella combinacion particular conocida con el nombre de aceyte, el qual es fixo ó volátil, segun las proporciones de hidrógeno y de carbono. En las Memorias de la Academia de las Ciencias de Paris de 1784 expuso los experimentos que le han conducido á esta opinion.

Sin embargo nos parece que esta opinion no está

al abrigo de algunas objeciones: nos contentaremos con exponer solamente una. Todos los aceytes dan un poco de ácido y un poco de agua quando se les destila, y si se repiten las destilaciones, se les puede reducir enteramente á agua, á ácido, á carbon, á gas carbónico, y á gas hidrógeno carbonado. ¿Este ácido y esta agua que se extrae en cada operacion no anuncian que entraba oxígeno en la composicion del aceyte? Porque es fácil probar que el ayre contenido en las vasijas que sirven para la destilacion, no ha podido contribuir sensiblemente á su produccion.

Era necesario exâminar antes los fenómenos que presenta la oxîgenacion de las quatro sustancias combustibles simples, el fósforo, el azufre, el carbono y el hidrógeno; pero estas sustancias combinándose entre sí, forman cuerpos combustibles compuestos, como son los aceytes, cuya oxîgenacion debe presentar otros resultados. Segun Mr. Lavoisier, exîsten ácidos y óxîdos con base doble y triple: da en general el nombre de óxîdo á todas las sustancias que no estan bastante oxîgenadas para recibir el caracter ácido. Todos los ácidos del reyno vegetal tienen por base al hidrógeno y al carbono, y algunas veces el hidrógeno, carbono y el fósforo. Los ácidos y óxîdos del reyno animal son aun mas compuestos, pues en la composicion de la mayor parte de ellos entran quatro bases acidificables; á saber, el hidrógeno, el carbono, el fósforo y el azoe. Mr. Lavoisier, fundado en estos principios muy sencillos, intenta dar razon de la naturaleza y diferencia de los ácidos vegetales, y de las otras sustancias de naturaleza vegetal, y de naturaleza animal: seria injusto el pasar por ahora á juzgar con severidad estas ideas ingeniosas, supuesto que el autor se propone aclararlas en Memorias particulares.

El hidrógeno, el oxîgeno y el carbono son unos principios comunes á todas las plantas, y por esta razon los llama primitivos Mr. Lavoisier. Estos principios, por razon de la cantidad de calórico con que se hallan combinados en los vegetales, estan todos casi en equilibrio á la temperatura en que vivimos; así los vegetales no contienen aceyte, ni agua, ni ácido carbónico, sino los elementos de todas estas sustancias; pero basta una ligera mutacion en la temperatura para trastornar este órden de combinacion. El hidrógeno y el oxîgeno se unen mas íntimamente, y forman agua que pasa en la destilacion; una porcion del hidrógeno se une con otra de carbono para formar aceyte volátil; y otra de carbono se pone en libertad y queda en la retorta. En las sustancias animales, el azoe, que es uno de sus principios primitivos, se une con una porcion de hidrógeno para formar el álkali volátil. Mr. Lavoisier da otras explicaciones semejantes á las que acabamos de indicar, de los fenómenos y productos de la fermentacion vinosa y de la putrefaccion.

Hay grande analogía entre estas últimas ideas de Mr. Lavoisier, y las que expuso Mr. Higgins en un tratado sobre el ácido acetoso, sobre la destilacion, fermentacion, &c. publicado en 1786, y en el qual admite la formacion del agua y de los aceytes por la accion del calor; pero no habiendo distinguido el gas hidrógeno, al qual llama flogisto, lo que es del todo indiferente, del carbon y de su combinacion, no ha podido determinar los efectos del calor y de la fermentacion con tanta exâctitud como Mr. Lavoisier.

Las sustancias acidificables, uniéndose con el oxîgeno, y convirtiéndose en ácidos, adquieren una gran tendencia para la combinacion; y es que los metales no pueden contraer union con los ácidos si-

no por el intermedio del oxîgeno; de modo que es necesario que esten reducidos á óxîdos, ya sea descomponiendo el agua de la que desprenden entonces el gas hidrógeno, ó ya hallando oxîgeno en el ácido, y de este modo forman gas nitroso con el ácido nítrico.

La consideracion de los fenómenos que acompañan á las disoluciones conduce á Mr. Lavoisier á la de las bases alkalinas, de las tierras y de los metales, y á determinar el número de las sales que pueden resultar de la combinacion de estas diferentes bases con todos los ácidos conocidos.

En la segunda parte de su obra presenta sucesivamente Mr. Lavoisier la tabla ó estado de las sustancias simples, ó por mejor decir, de las que segun nuestros actuales conocimientos nos obliga á considerar como tales, el de los radicales ó bases oxîdables y acidificables, compuestas de la reunion de muchas sustancias simples; los de las combinaciones del azoe, del hidrógeno, del carbono, del azufre y del fósforo con sustancias simples; y en fin los de las combinaciones de todos los ácidos conocidos con las diferentes bases. Cada estado va acompañado de una explicacion sobre la naturaleza y preparaciones de la sustancia de que se trata, y sobre sus principales combinaciones.

Mr. Lavoisier ha reunido en la tercera parte de su obra la descripcion sumaria de todos los aparatos y operaciones manuales que tienen relacion con la Química elemental. Los detalles indispensables en los que es preciso entrar, hubieran interrumpido el curso de las ideas rápidas que ha presentado en las dos primeras partes, y hubieran hecho fatigosa su lectura.

Esta descripcion es preciosísima por estar hecha con mucho método y claridad, y aun mas porque

su principal objeto es el de los aparatos relativos á la Química moderna, muchos de los quales pertenecen al mismo Mr. Lavoisier, y son generalmente poco conocidos aun de aquellos que hacen un estudio particular de la Química; pero nos es imposible dar una idea de estas descripciones, y es preciso limitarnos á la enumeracion de los capítulos en que estan colocados.

El capítulo primero trata de los instrumentos adequados para determinar el peso absoluto y la gravedad específica de los cuerpos sólidos y líquidos.

El segundo está destinado á la gasometría, ó á la medida del peso y volúmen de las sustancias aeriformes.

En el capítulo tercero sè trata de los aparatos relativos á la medida del calórico (*).

El capítulo quarto contiene la descripcion de las operaciones puramente mecánicas, cuyo objeto es dividir los cuerpos, como son la trituracion, la porfirizacion, la tamizacion, la filtracion, &c.

Mr. Lavoisier describe en el capítulo quinto los medios que emplea la Química para separar unas de otras las moléculas de los cuerpos sin descomponerlas, y recíprocamente para reunirlas, lo qual comprehende la solucion de las sales, su lexîviacion, su evaporacion, su cristalizacion, y los aparatos destilatorios.

Las destilaciones pneumato-químicas, las disoluciones metálicas, y algunas otras operaciones que exîgen aparatos muy complicados, son el objeto del capítulo sexto.

El capítulo séptimo contiene la descripcion de las operaciones relativas á la combustion y detonacion:

(*) En esta parte está equivocado el original.

los aparatos que se describen en este capítulo son enteramente nuevos.

En fin el capítulo octavo trata de los instrumentos necesarios para operar sobre los cuerpos en temperaturas muy elevadas.

Todas estas descripciones se hacen sensibles con muchas láminas que ofrecen todos los detalles apetecibles, y estan grabadas con mucho cuidado. No debemos ocultar al agradecimiento de los Químicos, que estas láminas no han salido de un buril mercenario, sino que son de la mano del traductor de la obra de Mr. Kirwan sobre el flogisto (*).

Estos nuevos elementos se terminan con quatro tablas: en la primera se halla el número de pulgadas cúbicas pertenecientes á un peso determinado de agua: la segunda está destinada á convertir las fracciones vulgares en fracciones decimales, y recíprocamente: la tercera presenta el peso de los diferentes gases; y la quarta la gravedad específica de las diferentes sustancias.

De este modo Mr. Lavoisier partiendo de las nociones mas sencillas y de los objetos mas elementales, conduce sucesivamente á las combinaciones mas compuestas. Sus raciocinios van fundados casi siempre sobre experimentos rigurosos, ó por mejor decir, no son mas que el resultado de estos, y acaba dando los elementos del arte experimental, el qual debe servir de guia á aquellos Químicos, que en vez de entregarse á vanas hipótesis, quieren establecer sus opiniones con el peso en la mano.

Precede á la obra un discurso en el que manifiesta Mr. Lavoisier los motivos que le han empeña-

(*) Es Madama Lavoisier digna esposa del autor de este tratado.

do á emprenderla, y el rumbo que ha seguido en su execucion.

Habiéndose impuesto la ley de no inferir mas de lo que presentan los experimentos, ni de suplir lo que callan los hechos, no ha comprehendido en sus elementos la parte de la Química que acaso llegará á ser algun dia la mas exâcta, qual es la que trata de las afinidades ó atracciones químicas; pero faltan los datos principales, ó los que tenemos no son aun ni bastante exâctos ni ciertos para que sirvan de basa sobre que debe estribar una parte tan importante de la Química.

Mr. Lavoisier tiene la modestia de confesar que una secreta consideracion acaso ha dado fuerza á las razones que tenia para no hablar de las afinidades; y es el estar para publicar Mr. Morveau el artículo *afinidad* de la Enciclopedia metódica, y ha temido entrar en concurrencia con él sobre un asunto que exîge discusiones muy delicadas.

Aunque los sabios se apresuran por todas partes á hacer justicia á los profundos conocimientos de Mr. de Morveau, con todo debe este lisonjearse de una confesion que honra igualmente al que la hace.

Si Mr. Lavoisier no habla en este tratado de las partes constitutivas y elementales de los cuerpos, es por considerar como hipotético todo quanto se ha dicho sobre los quatro elementos: es probable que no conocemos las moléculas simples é indivisibles que componen los cuerpos; pero hay un cierto término de donde no pasan nuestras analisis, y los últimos resultados que obtenemos, son para nosotros sustancias simples, ó si se quiere, elementos.

Pero el principal objeto de este discurso es dar á conocer la conexîon que hay entre el abuso de las palabras y las ideas falsas, y entre la precision de la lengua y los progresos de las ciencias.

Por todo lo qual creemos que son dignos estos nuevos elementos de imprimirse con el privilegio de la Academia.

Fecho en la Academia á 4 de Febrero de 1789.

Firmado, D' Arcet y Berthollet.

Certifico que el presente extracto es conforme al original y al juicio hecho por la Academia. Paris 7 de Febrero de 1789.

Firmado, el Marques de Condorcet.

EXTRACTO

De los Registros de la Real Sociedad de Medicina.

Del 6 de Febrero de 1789.

La Sociedad nos ha encargado á Mr. de Horne y á mí, que exâminemos una obra de Mr. Lavoisier, intitulada *Tratado elemental de Química, presentado baxo nuevo órden, y conforme á los descubrimientos modernos.* Como este tratado, que hemos leido con el mas vivo interes, ofrece un método elemental distinto de todos los que se han seguido en las obras del mismo género, nos ha parecido justo dar una cuenta detallada de él á la Compañía.

Los Físicos, y todos los que se dedican al estudio de la Filosofia natural, saben que la revolucion que ha experimentado la Química de algunos años á esta parte, se debe á Mr. Lavoisier: así que Mr. Black dió á conocer ha veinte años, aquel ente fugaz desconocido de los Químicos, que dulcifica la cal y los álkalis: así que Mr. Priestley publicó sus experimentos sobre el ayre fixo, y lo que llamaba las diferentes especies de ayre; Mr. Lavoisier, que no se habia dedicado aun sino á hacer las operaciones químicas con mas exâctitud y precision, concibió el vasto proyecto de repetir y variar todos los experimentos de los dos célebres Físicos Ingleses, y seguir con un ardor infatigable una carrera nueva, cuya extension previó desde luego. Conoció, sobre todo, que el arte de hacer experimentos verdaderamente útiles, y de contribuir á los progresos de la ciencia de la analisis, consistia en

no dexar cosa sin recoger y pesar. Esta idea ingeniosa que ha dado orígen á todos los nuevos descubrimientos, le puso en el empeño de imaginar aparatos capaces de dar la mayor luz sobre la causa y resultados de las efervescencias, combustiones, calcinacion de los metales, y otras operaciones semejantes. Es ya demasiado conocida en el dia la mayor parte de los hechos y descubrimientos que han dimanado de este rumbo nuevo y experimental, para que nos detengamos en su enumeracion: nos contentarémos con recordar que con su auxîlio ha llegado á establecer Mr. Lavoisier unas verdades y doctrina nuevas acerca de la combustion, la calcinacion de los metales, la naturaleza del agua, la formacion de los ácidos, la disolucion de los metales, y acerca de la fermentacion y principales fenómenos de la naturaleza. Aquellos instrumentos tan ingeniosos, aquel método experimental tan exâcto y tan diferente de los procederes empleados por los Químicos que le habian precedido, han llegado á ser desde 1772 entre las manos de Mr. Lavoisier y de los Físicos que le han imitado, un manantial fecundo de descubrimientos. Las Memorias de la Academia de las Ciencias de Paris ofrecen desde 1772 hasta 1786 una serie contínua de trabajos, experimentos, y analisis hechas por este Físico baxo el mismo plan. Lo que mas admira á los que gustan seguir los progresos del espíritu humano en este género de indagaciones, de lo que no se tenia idea alguna hasta 20 años á esta parte, es que todos los descubrimientos que se han conseguido posteriormente, no han hecho mas que confirmar los primeros resultados hallados por Mr. Lavoisier, y dar mas fuerza y solidez á la doctrina que ha propuesto. Otra reflexîon no menos importante es que los experimentos de Bergman, de Scheéle, Cavendish, Priestley, y otros

muchos Químicos en distintas partes de Europa, aunque hechos con miras y medios diversos en la apariencia, estan de tal modo de acuerdo con los resultados generales que hemos citado arriba, que este solo hecho, bien propio para convencer á los Físicos que buscan la verdad sin prevencion, y con el valor necesario para resistir á las preocupaciones, sirve para hacer mas sólidos é inalterables los fundamentos sobre que estriba la nueva doctrina química. En este estado de la ciencia, en la época en que los nuevos hechos, reconocidos generalmente, solamente pueden variar entre los Físicos en quanto á su explicacion, es quando Mr. Lavoisier, autor de la mayor parte de estos descubrimientos, y de la teoría sencilla y luminosa á que han dado orígen, se ha propuesto encadenar en un nuevo órden las verdades nuevas, y ofrecer á los sabios, y á los que quieren serlo, el conjunto de sus trabajos. Los que se han dedicado á seguir los progresos sucesivos de la Química, no hallarán en la presente obra mas que unos hechos ya conocidos; pero los verán baxo un órden admirable por su claridad y exâctitud. Insistirémos pues en este informe particularmente sobre el giro de los hechos, de las ideas y raciocinios que Mr. Lavoisier ha tratado.

Este tratado está dividido en tres partes. En la primera expone Mr. Lavoisier los elementos de la ciencia, y las basas sobre que se funda. Los cuerpos mas simples y el primer órden de sus combinaciones, son de los que se trata en esta primera parte, como luego lo expondrémos.

La segunda parte ofrece las tablas ó estados de todas las combinaciones de estos cuerpos simples entre sí, y de los mixtos que forman unos con otros: el objeto principal son los compuestos salinos neutros.

Mr. Lavoisier describe en la tercera parte los aparatos nuevos, de los que ha imaginado la mayor parte, y con cuyo auxîlio ha establecido las verdades expuestas en la primera parte.

Recorramos con mas particularidad cada una de estas partes, y sigamos á su autor hasta sus últimas divisiones, para dar á conocer la utilidad é importancia de su obra.

PARTE PRIMERA.

Al exponer en un discurso preliminar los motivos que le han empeñado en escribir su obra, anuncia Mr. Lavoisier que ocupándose en la nomenclatura, y desenvolviendo sus ideas sobre las ventajas y necesidad de ligar las palabras con los hechos, se ha visto precisado, casi sin pensar en ello, á componer un tratado elemental de Química: que guiado por esta nomenclatura metódica de lo conocido á lo desconocido, y pareciéndole este rumbo riguroso muy á propósito para dirigir los pasos de los que quieren estudiar la Química; cree que aunque esta ciencia tenga aun muchas lagunas, y no esté completa como la Geometría elemental, los hechos que la componen se coordinan no obstante de un modo tan feliz en la doctrina moderna, que puede compararse á esta otra ciencia, y aun esperar que se acerque en nuestros dias al grado de perfeccion de que es susceptible. Su objeto es no concluir mas que de lo que ofrecen los experimentos, ni suplir nada de lo que callen los hechos.

Por esta razon no ha hablado de los principios de los cuerpos, sobre los quales se han dado, hace ya tanto tiempo, ideas vagas en las escuelas y obras elementales: no ha dicho cosa alguna acerca de las atracciones ó afinidades químicas, las que, se-

gun el autor, no estan aun conocidas con la exâctitud necesaria para exponer sus generalidades en unos elementos. Concluye este discurso manifestando las razones y motivos que han guiado á los Químicos en el trabajo de la nueva nomenclatura, y haciendo ver el influxo que pueden tener las voces exâctas sobre los progresos y estudio de la ciencia.

La primera parte que sigue inmediatamente á este discurso preliminar, comprehende diez y siete capítulos.

Mr. Lavoisier anuncia que trata en esta primera parte de la formacion de los fluidos aeriformes y de su descomposicion, de la combustion de los cuerpos simples, y de la formacion de los ácidos. Este título, que seguramente ofrecia poco á los Químicos antiguos, comprehende toda la ciencia para los que la poseen; en efecto, uno de nosotros trazando en algunas juntas el rumbo y el estado de todos los conocimientos químicos modernos sobre los fluidos elásticos, hizo ver que toda la ciencia está comprehendida en la historia del desprendimiento y fixacion de ellos. Por lo tanto puede decirse con verdad, que aunque el dominio de la Química se haya engrandecido particularmente con el considerable número de hechos nuevos que ha adquirido de algunos años á esta parte, la aproxîmacion, union y coherencia de estos hechos, pueden reunir los elementos en el entendimiento de los que la poseen, y de aquellos que se dirigen en sus estudios con un método exâcto: si la imaginacion se confunde con el gran número de experimentos, los resultados simples que se sacan, y los datos generales que suministran, quitan las dificultades, y facilitan el conservarlos en la memoria. Esta verdad se aclarará completamente con la exposicion de los varios asuntos

que se comprehenden en esta primera parte de la obra de Mr. Lavoisier.

El capítulo primero trata de la combinacion de los cuerpos con el calórico ó con la materia del calor, y de la formacion de los fluidos elásticos. El calórico dilata todos los cuerpos separando sus moléculas, que tienden á aproxîmarse por la fuerza de la atraccion. Puede pues considerarse su efecto como el de una fuerza repulsiva ú opuesta á la atraccion. Quando la atraccion de las moléculas es mas fuerte que la separacion ó la fuerza repulsiva comunicada por el calórico, el cuerpo es sólido; pero si la fuerza repulsiva vence á la atraccion, las moléculas se alejan hasta un cierto punto, y de aquí nacen la fusion y fluidez. Como la disminucion ó substraccion del calórico permite la aproxîmacion de las moléculas de los cuerpos, cuya atraccion obra entonces libremente, y pudiéndose imaginar un resfriamiento siempre en aumento, y mucho mayor que el que conocemos, y por consiguiente una aproxîmacion proporcionada en las moléculas de los cuerpos, se sigue que estas moléculas no se tocan, que hay intervalos entre ellas, y que estos intervalos estan llenos de calórico. Puede acumularse en ellos calórico; y esta acumulacion es la que destruye la atraccion de estas moléculas, y da en fin nacimiento á un fluido elástico. Todos los cuerpos líquidos tomarian esta fuerza de fluidos elásticos en la superficie del globo, si no se opusiese á ello la presion del ayre atmosférico; y en virtud de esta presion se necesita que el agua se eleve á la temperatura de 80 grados para reducirse á vapor, el éter á la de 30 ó 33 grados, y el alkool á la de 67. Pero aun quando se supusiesen los fluidos reducidos á vapor por la supresion del peso de la atmósfera, ellos mismos serian un obstáculo por su presion misma.

Por lo que acabamos de decir se ve que un fluido elástico ó un gas no es mas que una combinacion de un cuerpo qualquiera, ó de una base con el calórico. Se ve tambien que segun los espacios ó intervalos comprehendidos entre las moléculas de los diferentes cuerpos, se necesita de mas ó menos calórico para dilatarlos hasta un mismo punto; y esta diferencia, que se llama *capacidad de calor*, y la cantidad de calórico necesaria para elevar cada cuerpo á la misma temperatura, se llama calor ó *calórico específico.* Como los cuerpos se hacen fluidos elásticos combinándose con el calórico, parece que la elasticidad dimana de la repulsion de las moléculas del calórico, ó aun mejor de una atraccion mayor entre estas últimas partículas que entre las de los cuerpos fluidos elásticos, que entonces son repelidas por el efecto del primero.

De estas ideas sencillas y fundadas sobre experimentos exâctos pasa á hablar el autor en el segundo capítulo de la formacion y constitucion de la atmósfera de la tierra; la qual debe estar formada de las sustancias capaces de volatilizarse al grado regular de calor que hay sobre el globo, y con la presion media que sostiene al azogue á 28 pulgadas. Si la tierra se supusiese mucho mas próxîma al sol, como lo está Mercurio, el agua y aun el azogue entrarian en expansion, y se mezclarian con el ayre hasta que esta expansion se limitase por la presion exercida por estos nuevos fluidos elásticos. Si el globo estuviese al contrario transportado á una distancia mucho mas distante del sol que lo que está, el agua seria sólida, y como una piedra, dura y trasparente. La solidez, la liquidez y la fluidez elástica son pues modificaciones de los cuerpos, debidas al calórico. Los fluidos habitualmente en vapores, que forman nuestra atmósfera, deben ó mez-

clarse quando tienen afinidad, ó separarse segun el órden de sus gravedades específicas, si no son susceptibles de unirse. Mr. Lavoisier cree que sobre la capa superior de la atmósfera hay gases inflamables ligeros, los quales considera como la materia y el foco de los meteoros luminosos.

Era muy natural que á estas reflexîones generales sobre la atmósfera de la tierra siguiese la analisis del ayre que la compone; y este es el asunto del capítulo tercero, en el qual se hace mencion de uno de los mayores descubrimientos del siglo y de la Química moderna. La combustion del mercurio en un recipiente, la pérdida de una sexta parte del peso del ayre, el aumento correspondiente del peso del mercurio, la qualidad mortífera de las cinco partes restantes de ayre, la separacion del ayre de la cal del mercurio expuesto á un calor fuerte, su pureza, la recomposicion del ayre semejante al de la atmósfera, añadiendo esta parte extraida del mercurio á la que quedó en el recipiente; el calor vivo y la llama brillante desprendida del ayre por el hierro que se quema en él, le bastan á Mr. Lavoisier para probar que el ayre atmosférico es un compuesto de dos fluidos elásticos diferentes, el uno respirable; el otro no respirable, en la proporcion de 0,27 y 0,73.

En el capítulo quarto expone este sabio los nombres dados á estos dos gases que componen el ayre atmosférico, y las razones sobre que se ha fundado para ello; el primero, como sabemos, tiene el nombre de *ayre vital y de gas oxígeno*, y el segundo de *gas azoe.*

Conocida la cantidad de los dos principios de la atmósfera, trata Mr. Lavoisier de la naturaleza del gas oxígeno. El capítulo quinto le destina para el exâmen de la descomposicion del gas oxîgeno ó ayre vital por el azufre, el fósforo, el carbon, y

para el de la formacion de los ácidos. Cien granos de fósforo quemado en un recipiente bien lleno de ayre vital, absorben 154 granos de este ayre ó de su base, y forman 254 granos de ácido fosfórico concreto. Veinte y ocho granos de carbon absorben 72 granos de ayre vital, y forman 100 granos de ácido carbónico. El azufre absorbe mayor cantidad que su peso, y se transforma en ácido sulfúrico. La base de este ayre, combinándose con estos tres cuerpos combustibles, tiene pues la propiedad de convertirlos en ácidos, y de aquí proviene el nombre de oxîgeno dado á esta base del ayre vital, y el de oxîgenacion á la operacion por la qual se fixa esta base.

La nomenclatura de los diferentes ácidos forma el asunto del capítulo sexto: el nombre general de ácido señala la combinacion con el oxîgeno: los nombres particulares pertenecen á las diferentes bases unidas con el oxîgeno. El azufre forma el ácido sulfúrico, el fósforo el ácido fosfórico, el carbono ó carbon puro el ácido carbónico. La terminacion variada en estas palabras expresa la proporcion de oxîgeno; así el azufre combinado con poco oxîgeno y en el estado de un ácido débil, da el ácido sulfuroso, quando una mayor proporcion de este principio acidificante, forma el ácido sulfúrico. No insistirémos mas en los principios de esta nomenclatura por ser bien conocidos de la Sociedad. Mr. Lavoisier da al fin de este capítulo las proporciones de azoe y oxîgeno, que constituyen el ácido del nitro en diferentes estados, como lo ha descubierto Mr. Cavendish.

En el capítulo séptimo habla de la descomposicion del gas oxîgeno por los metales. Se sabe que estos cuerpos combustibles absorben la base del ayre vital con mas ó menos facilidad, y á tempera-

turas mas ó menos elevadas; pero como la afinidad de estos cuerpos por el oxîgeno es rara vez mayor que la de este por el calórico, los metales se combinan mas ó menos dificilmente. Los compuestos de metales y de oxîgeno no siendo ácidos, se ha propuesto substituirles el nombre de óxîdos en lugar del de cales, que era equívoco y fundado sobre una falsa analogía. Mr. Lavoisier da los detalles de esta nomenclatura al fin de este capítulo.

Trata en el octavo del principio radical del agua, y de la descomposicion de este fluido por el carbon y el hierro. Haciendo pasar el agua por un tubo de vidrio ó de porcelana hecho ascua al fuego, se reduce solamente á vapor, sin experimentar alteracion. Pero pasando el agua al traves del mismo tubo en el que se hayan introducido 28 granos de carbon, 85 granos de agua cambian de naturaleza, y desaparece el carbon. Se obtienen 100 granos ó 144 pulgadas de ácido carbónico, los quales, ademas de los 28 granos de carbono, contienen 72 granos de oxîgeno, que provienen necesariamente del agua, pues ningun cuerpo puede suministrársele: este gas ácido carbónico está mezclado con 13 granos ó 380 pulgadas cúbicas de gas inflamable: estos 13 granos agregados á los 72 de oxîgeno absorbidos por el carbono, forman los 85 granos de agua que desaparecen; y en efecto, quemando en un aparato cerrado 85 granos de ayre vital y 15 de gas inflamable, se tienen 100 granos de agua. Luego esta se compone de aquellos dos principios. Ya se tiene conocimiento del oxîgeno por los detalles precedentes: la base del gas inflamable se ha nombrado *hidrógeno*, ó principio radical del agua: Mr. Lavoisier describe sus propiedades, y particularmente las que tiene en el estado de gas.

El capítulo noveno contiene algunos detalles en-

teramente nuevos sobre la cantidad de calórico que se desprende de la combustion de diferentes cuerpos combustibles, ó en otros términos, durante la fixacion del ayre vital ó gas oxîgeno. Para concebir bien el objeto de este importante artículo, acordémonos que el ayre vital es, como todos los demas fluidos elásticos, una base solificable unida al calórico; que este gas no puede fixarse, ó hacerse sólida su base en las combinaciones en que entra, sino perdiendo el calórico que la tenia enrarecida y dividida en fluido elástico. Esto supuesto, es claro que partiendo de un experimento en que el ayre vital dexe su base lo mas sólida que sea posible perdiendo todo el calórico que contiene, se tendrá una medida bastante exâcta de la cantidad absoluta de calórico contenido en una cantidad dada de gas oxîgeno. ¿Pero cómo se medirá este calor? Mr. Lavoisier se ha servido para este fin de un aparato ingenioso, cuya primera idea se le debe á Mr. Wilcke, Físico Ingles; pero variado y perfeccionado por Mr. de la Place. Se reduce á *unas dobleces de tela cubiertas* de yelo, dexando un hueco en que se hacen los experimentos de combustion, lo mismo que en una esfera de yelo bastante espesa para que la temperatura exterior no influya de ningun modo sobre su cavidad interior. El calórico se separa durante la fixacion del oxîgeno, derrite una parte de este yelo, proporcionada á la cantidad que de él se desprende. Quemando de este modo el fósforo, ha visto Mr. Lavoisier que una libra de este combustible derrite 100 libras de yelo, absorbiendo una libra y ocho onzas de ayre vital; y como el ácido fosfórico concreto que resulta de esta combustion contiene al parecer el oxîgeno mas sólido y mas separado de calórico, infiere que en el estado de ayre vital, una libra de oxîgeno contiene una can-

tidad de calórico capaz de derretir 66 libras, 10 onzas, 5 ochavas y 24 granos de yelo en cero. Fundado en este experimento, ha hallado el autor que una libra de carbon absorbiendo 2 libras, 9 onzas, 1 ochava y 10 granos de oxîgeno, y no derritiendo mas que 96 libras y 8 onzas de yelo, no se desprende todo el calórico contenido en esta cantidad de ayre vital, pues se hubieran derretido en este caso 171 libras, 6 onzas y 5 ochavas de yelo: la diferencia de esta cantidad de calórico, es decir, una cantidad capaz de derretir 74 libras, 14 onzas y 5 ochavas de calórico, se emplea en mantener en forma de gas 3 libras, 9 onzas, una ochava y 10 granos de ácido carbónico, producido en esta operacion. La combustion del gas hidrógeno hecha en el aparato de yelo, le ha dado el resultado siguiente con relacion al desprendimiento del calórico. Una libra de este gas absorbe 5 libras, 10 onzas, 5 ochavas y 24 granos de ayre vital: en esta combustion se desprende una cantidad de calórico capaz de derretir 295 libras, 9 onzas y 3 ochavas y media de yelo; y como esta dosis de ayre vital hubiera dado una cantidad de calórico suficiente para derretir 377 libras, 12 onzas y 3 ochavas de yelo, si se la hubiese empleado en la combustion del fósforo, en que parece que el oxîgeno se halla con toda su solidez posible, se sigue que la diferencia de estas dos cantidades de calórico, expresada por la de 82 libras, 9 onzas 7 ochavas y media de yelo derretido, queda en el agua á cero de temperatura, y que cada libra de este líquido en dicha temperatura, contiene en la porcion de oxîgeno, que es uno de sus principios, una cantidad de calórico capaz de derretir 12 libras, 5 onzas, 2 ochavas y 48 granos de yelo. Por los mismos experimentos ha hallado Mr. Lavoisier la cantidad de

calórico contenida en el oxîgeno del ácido nítrico, y la que se desprende de la combustion de la çera y aceyte. Si se hubiesen continuado estas indagaciones con igual cuidado sobre la cantidad de calórico que cada metal desprende del ayre vital absorbiendo el oxîgeno, ó calcinándose, tendriamos unos datos de grande utilidad para explicar muchos fenómenos químicos, como lo dice el mismo Mr. Lavoisier al fin de este capítulo.

El autor describe en el capítulo décimo la naturaleza general de las combinaciones de las sustancias combustibles entre sí, exâminadas en los capítulos anteriores. Las ligas de los metales, las disoluciones del azufre, del fósforo, del carbon en el gas hidrógeno, la union del carbono y del hidrógeno, de que resultan los aceytes en general, se van indicando sucesivamente. En este capítulo como en todos los anteriores, se hallan ideas nuevas sobre la union aun desconocida de muchas sustancias combustibles entre sí.

En todos los capítulos precedentes, cuyo objeto es la descomposicion del ayre vital, la absorcion del oxîgeno por los cuerpos combustibles, y los fenómenos de su combustion y de sus productos, no se trata sino de las sustancias combinadas con el oxîgeno cada una separadamente. Pero el undécimo presenta las combinaciones de este principio acidificante con muchas bases á la vez, y por consiguiente las de los óxîdos y ácidos de muchas bases, y de la composicion de las materias vegetales y animales. Por la lectura de este capítulo se ve la claridad de los principios de la Química moderna, y al mismo tiempo la riqueza de la naturaleza en la variedad de los compuestos formados con muy pocos elementos. La analisis mas rigurosa prueba, que el hidrógeno y el carbono privados de la mayor

cantidad de su calórico, y unidos ambos en proporciones diferentes á cantidades diversas de oxîgeno, constituyen las materias vegetales. Mr. Lavoisier coloca estas materias entre los óxîdos quando la cantidad de oxîgeno no llega á darles el caracter ácido, ó entre los ácidos quando en ellas es mas abundante la cantidad de oxîgeno. El fósforo y el azoe entran algunas veces en estos compuestos como partes constitutivas; y entonces se acercan á materias animales. De este modo tres ó quatro cuerpos simples unidos en diferentes proporciones y estados de presion ó de privacion de calórico, bastan á la Química moderna para dar razon de la diferencia de las sustancias vegetales, óxîdos y ácidos: y agregándose el azoe, el fósforo y el azufre, los compuestos mas complicados que resultan, dan una exâcta idea de la naturaleza de las sustancias animales, óxîdos ó ácidos. Mr. Lavoisier hace ver que siguiendo las reglas de la nueva nomenclatura se podrian denominar las principales especies de las sustancias vegetales compuestas de hidrógeno, de carbono y de oxîgeno; pero siendo preciso para ello el agregar muchas palabras, se formaria un lenguage bárbaro, y así prefiere los nombres de los trece ácidos vegetales y de los seis animales, adoptados en la nueva nomenclatura. Termina este capítulo haciendo la enumeracion de estos ácidos.

Con estos principios tan claros como sencillos sobre la composicion de las sustancias vegetales y animales, hace ver Mr. Lavoisier con igual claridad en el capítulo duodécimo la descomposicion de estas materias por el fuego. Los dos principios mas abundantes de los tres de que ellas constan, quales son el hidrógeno y el oxîgeno, tienden á tomar la forma de gas por medio de su combinacion con

el calórico; el tercero ó el carbono no tiene la misma propiedad. Por lo que un calor superior al en que estos principios quedan en equilibrio, debe al instante destruirle. A una temperatura superior á la del agua hirviendo, el oxîgeno se une con el hidrógeno y forma agua, la qual se desprende; parte del carbono unida separadamente con el hidrógeno forma aceyte; y otra se precipita separada de toda combinacion. Un calor mucho mayor, como el que llamamos candente, separa estos principios en otra forma, pues llega á descomponer hasta el aceyte formado por el primer calor, y reduce enteramente las materias vegetales á acido carbónico, agua y carbon. El azoe, el fósforo y azufre agregados á estos primeros principios en las sustancias animales, hacen mas complicado este efecto del fuego, y dan orígen al álkali amoniacal que suministran estas sustancias en su destilacion. Todos estos principios no dependen sino de las proporciones variadas en la union de los principios, y en su distinta afinidad con el calórico.

Otras mutaciones igualmente sencillas se verifican en las fermentaciones vinosa, pútrida y acetosa, cuyos fenómenos presenta con mucho cuidado Mr. Lavoisier en los capítulos 13, 14 y 15. Estas operaciones naturales parecian en otro tiempo inexplicables á los Químicos, y aun no hace quince años que no se tenian esperanzas de encontrar la causa que las producia. Mr. Lavoisier por procederes ingeniosos ha llegado á probar que en la fermentacion vinosa la sustancia sacarina, que considera como un óxîdo, y que segun sus investigaciones se forma de 8 partes de hidrógeno, 28 de carbono y 64 de oxîgeno sobre 100 partes de esta materia, está separada en dos porciones (por solo el cambio y reparticion del oxîgeno entre las dos bases oxîdables),

una gran parte del carbono toma mas cantidad de oxîgeno separándose del hidrógeno, y se convierte en gas ácido carbónico, mientras que el hidrógeno, privado del oxîgeno y unido con algun tanto de carbono y con el agua añadida, constituye el alkool. Así la naturaleza por esta fermentacion cambia unas combinaciones ternarias en combinaciones binarias. Un efecto análogo se verifica en la putrefaccion. Las cinco sustancias simples y combustibles, que forman las bases oxîdables y acidificables de las materias animales, y son el hidrógeno, el carbono, el azoe, el azufre y el fósforo, y estan en diferentes proporciones unidas con el oxîgeno, se desprenden poco á poco en gas hidrógeno sulfurado, carbonado, fosforado, en gas azoe, en gas ácido carbónico, y en gas álkali amoniacal. La fermentacion acetosa no consiste sino en la absorcion del oxîgeno, el qual dexa en ella mas principio acidificante. Parece que el ácido carbónico no necesita mas que de hidrógeno para hacerse ácido acetoso; pues en efecto quitando al vinagre este último principio, pasa al estado de ácido carbónico. Aunque esta teórica de la putrefaccion y acetificacion parece casi tan sencilla como la de la fermentacion vinosa, el mismo Lavoisier conviene en que la Química no está tan avanzada en el conocimiento de estos dos fenómenos como en el del primero.

En el capítulo decimosexto el autor considera la formacion de las sales neutras y las bases de estas sales. Los ácidos, cuya naturaleza ha expuesto Mr. Lavoisier en los primeros capítulos, pueden combinarse con quatro bases térreas, tres alkalinas y diez y siete metálicas. Expone sucintamente el orígen, la extraccion y principales propiedades de la potasa, de la sosa, de la amoniaca, de la cal, de la magnesia, de la bárita y de la alúmina: de los

cuerpos naturales los que se conocen menos son estas sustancias, exceptuando el álkali amoniacal; y aunque segun algunos experimentos se cree que son compuestas, no se ha llegado todavia á separar sus elementos: por lo tanto no habla de ellas Mr. Lavoisier, sino como de paso. Termina este asunto anunciando que es posible que los álkalis fixos se formen durante la combustion de las sustancias vegetales al ayre. Uno de nosotros en muchas Memorias y en sus lecciones ha indicado que podia presumirse que el azoe, que considera como principio de los álkalis, ó como *alkalígeno*, podia acaso precipitarse de la atmósfera en las sustancias vegetales quemadas en el ayre atmosférico. Entonces la atmósfera seria un reservatorio de los principios acidificante y alkalificante, en el qual la naturaleza iria depositando continuamente estos principios para fixarlos en bases, y producir las diversas sustancias salinas, ácidas y alkalinas. Pero esta asercion, lejos de ser una verdad demostrada, debe considerarse como una hipótesis, hasta que lo decidan los experimentos que actualmente se estan haciendo en muchos laboratorios.

El capítulo decimoséptimo y último de esta primera parte contiene una serie de reflexîones sobre la formacion de las sales neutras y sobre sus bases, que llama el autor salificables. Hace ver que las tierras y álkalis se unen á los ácidos sin padecer alteracion; pero que no sucede así con los metales. Ninguno de estos cuerpos puede combinarse con los ácidos sin oxîgenarse: ellos se apoderan del oxîgeno del agua separando el hidrógeno en forma de gas, ó bien del oxîgeno de los mismos ácidos, volatilizando una porcion de su base unida á otra porcion de oxîgeno. De este desprendimiento nace la efervescencia que siempre se nota en la disolucion de los me-

tales por los ácidos. Podrian tal vez desearse detalles mas extensos sobre las disoluciones metálicas; pero Mr. Lavoisier quiso poner una gran precision en esta parte de su obra; y en efecto lo consigue sin perjudicar á la claridad de los principios que en ella ha expuesto.

Termina este capítulo nombrando las quarenta y ocho sustancias simples que pueden oxîdarse y acidificarse en diferentes estados, comprehendiendo las diez y siete sustancias metálicas, que cree deben considerarse tambien como ácidos, quando se hallan en grado superior de oxîgenacion. Resulta de esto que quarenta y ocho ácidos que pueden unirse con veinte y quatro bases térreas, alkalinas y metálicas, dan mil ciento cincuenta y dos sales neutras, cuya naturaleza y propiedades jamas se hubieran conocido con precision, si, como lo observa Mr. Lavoisier, se les hubiera continuado dando nombres ó impropios ó insignificantes, como se hizo en la época de los primeros descubrimientos de la Química, y sin embargo puede retenerlos con órden la memoria, auxîliada de la nueva nomenclatura.

Estos son los hechos, este es el órden que los liga, y estas son las conseqüencias que de ellos dimanan naturalmente, y que se hallan en la primera parte de este tratado elemental. Los hemos expuesto con alguna extension, para que la Sociedad pudiese apreciar el conjunto del trabajo de Mr. Lavoisier, y compararlo con lo que era la ciencia química hace veinte años. Se ha podido ver que con el auxîlio de los experimentos modernos, los elementos de esta ciencia son hoy dia mas fáciles de entender que en otro tiempo; porque todo se reduce á concebir los efectos generales del calórico, á distinguir las materias simples, bases de todas las combinaciones posibles, á considerar su union con

el oxîgeno, pus casi sobre estos tres hechos generales está fundlo todo el por menor contenido en la primera par. Añadiendo á esto las atracciones del oxîgeno pa con los diferentes cuerpos, y las descomposicione que resultan de los efectos de estas atracciones, se endria un todo completo de estos elementos. Pero Mr. Lavoisier ha omitido de intento este objeto, y ya hemos expuesto en otra parte las razones que h. tenido para hacerlo así.

PARTE SEGUNDA.

Despues de haber dado cuenta exâcta del nuevo rumbo que ha seguido Mr. Lavoisier en la primera parte que constituye por sí sola los elementos de la ciencia, no será necesario entrar en detalles tan extensos para dar á conocer las otras dos partes.

La segunda se reduce á presentar en unos estados las combinaciones salinas neutras, ó los compuestos de dos mixtos; porque, como hemos dicho, los ácidos son mixtos formados de bases unidas con el oxîgeno, los óxîdos metálicos estan igualmente formados del oxîgeno unido con los metales; y en fin las tierras y álkalis son verosimilmente unos compuestos. Pero para que fuese mas completa esta segunda parte, ha puesto Mr. Lavoisier antes de los estados de las sales neutras, otros diez estados que presentan las combinaciones simples, de las que se habló en la primera parte, y estan destinadas para que sirvan de resumen de ella. En estos diez estados se hallan: 1.º las sustancias simples, ó á lo menos las que no han llegado á descomponer los Químicos, cuyo número asciende á treinta y tres, y son la luz, el calórico, el oxîgeno, el azoe, el hidrógeno, el azufre, el fósforo, el carbono, el radical muriático, el radical fluórico, el radical borácico, las diez

y siete sustancias metálicas, la cal, la magnesia, la bárita, la alúmina y la sílica: 2º las bases oxîdables y acidificables, compuestas en número de veinte, que comprehenden el radical nitronuriático, los radicales de los doce ácidos vegetales y de los siete animales: 3º las combinaciones del oxîgeno con las sustancias simples: 4º las combinaciones con el oxîgeno de los veinte radicales compuestos; ó los ácidos nitro-muriáticos, los doce ácidos vegetales y los siete animales: 5º las combinaciones binarias del azoe con las sustancias simples Mr. Lavoisier llama *azoretos* á aquellas que no estan aun conocidas: 6º las combinaciones binarias del hidrógeno con las mismas sustancias simples: llama igualmente *hidroretos* á las que estan por exâminar: 7º las combinaciones binarias del azufre con los cuerpos simples, excepto los ácidos sulfúrico y sulfuroso, todas estas combinaciones son sulfuretos: 8º las del fósforo con los mismos cuerpos; tales son, el óxîdo de fósforo, los ácidos fosforoso y fosfórico, y los fosforetos: 9º las del carbono con las sustancias simples, á saber, el óxîdo de carbono, el ácido carbónico y los carburetos: 10º en fin las de algunos otros radicales con las sustancias simples. A estos estados acompañan algunas observaciones, en las que Mr. Lavoisier da la explicacion, y pinta baxo nuevos puntos de vista, una parte de los hechos indicados en la primera parte.

Los estados de las sales neutras son treinta y quatro: en ellos se hallan sucesivamente los nitrites, los nitrates, los sulfates, los sulfites, los fosfites, los fosfates, los carbonates, los muriates, los muriates oxîgenados, los nitro-muriates, los fluates, los borates, los arseniates, los molibdates, los tunstates, los tartrites, las malates, los citrates, los pirolignites, los pirotartrites, los piromucites, los oxâ-

lates, los acetites, los acetates, los succinates, los benzoates, los canforates, los galates, los lactates, los sacolates, los formiates, los bombiates, los sebates, los litiates y los prusiates. El número de cada clase de estas sales neutras contenidas en estos estados, es casi en todos ellos de veinte y quatro. Mr. Lavoisier ha cuidado disponer estas sales segun el órden conocido de las afinidades de sus bases con los ácidos. Como la mayor parte de estos ácidos ha poco que se han descubierto, el autor ha añadido en cada estado algunas observaciones sobre el modo de preparar estas sales, sobre la época de su descubrimiento, sobre los Químicos á quienes pertenece, y muchas veces tambien sobre la comparacion de su naturaleza y de sus propiedades. Mr. Lavoisier no ha intentado dar en esta segunda parte una historia de las sales neutras; pues nada habla de la forma, sabor, disolubilidad, descomposicion de las sales neutras, ni de la proporcion y adherencia de sus principios. Estos detalles, que se hallan en los Elementos de Química de uno de nosotros, no entraban en el plan de Mr. Lavoisier: su objeto era dar una noticia de estas combinaciones; y lo ha desempeñado con los estados y cortas observaciones que van acompañadas.

PARTE TERCERA.

La tercera parte, intitulada: *Descripcion de los aparatos y operaciones manuales de la Química*, manifiesta como las dos anteriores, los medios que ha adquirido la ciencia, y la diferencia que hay entre los experimentos del dia y los que se hacian antiguamente. Mr. Lavoisier ha colocado esta descripcion al fin de su tratado, porque los detalles que exîge, hubieran distraido y ocupado demasiado á los

lectores, si fuese junta con la teoría, y porque para su comprehension se necesitan algunos conocimientos que no se pueden adquirir sin leer las dos primeras partes. Aunque Mr. Lavoisier la haya presentado como una explicacion de láminas que se coloca por lo regular al fin de una obra, hemos hallado en ella un método descriptivo muy claro, y observaciones interesantes sobre el uso de los instrumentos, y sobre los fenómenos que presentan los cuerpos que se exponen á su accion. Sin que pretendamos entrar en un extracto de esta tercera parte, por no ser susceptible de ello, nos limitarémos á dar una breve idea de los principales objetos contenidos en los ocho capítulos que la componen.

El primero trata de los instrumentos necesarios para determinar el peso absoluto y la gravedad específica de los cuerpos sólidos y fluidos: como son los pesos de diferentes sensibilidades, desde aquellos con que se pesan hasta cincuenta y sesenta libras, hasta los que declaran hasta $\frac{1}{512}$ de grano (Mr. Lavoisier propone pesos en fracciones decimales de libra, en lugar de las divisiones de la libra en onzas, ochavas y granos): la balanza hidrostática, los areómetros, particularmente el que usa y ha inventado el autor.

En el segundo se describen los instrumentos á propósito para medir los gases, los baños pneumato-químicos de agua y de mercurio, los diferentes recipientes, el recipiente para pesar los gases, la máquina construida baxo la direccion de Mr. Lavoisier para medir el volúmen, y conocer la cantidad de los gases segun la presion y la temperatura que experimentan, á cuya máquina ingeniosa llama el autor *gasómetro*.

El capítulo tercero está destinado á la descripcion de un instrumento imaginado por Mr. de la Place,

para determinar el calor específico de los cuerpos, y la cantidad de calórico que se desprende en las combustiones, en la respiracion de los animales, y en todas las operaciones de la Química. Esta útil máquina, cuyas ventajas hemos indicado ya en la primera parte, llama Mr. Lavoisier *calorimetro.*

Se hallan expuestos, en el capítulo quarto, los instrumentos que se usan en las simples operaciones mecánicas de la Química, como la trituracion, la porfirizacion, la tamizacion, la locion, la filtracion y decantacion.

El capítulo quinto contiene la descripcion de los medios é instrumentos que se emplean para efectuar la separacion ó el aproxîmacion de las moléculas de los cuerpos: tales son los vasos destinados para la solucion de las sales, la lixîviacion, evaporacion, cristalizacion y destilacion simple ó evaporacion en vasos cerrados.

Mr. Lavoisier describe en el capítulo sexto los instrumentos que sirven para las destilaciones compuestas y pneumato-químicas, y particularmente los aparatos de Woulfe, variados de muchos modos: los que se emplean en las disoluciones metálicas, los que ha imaginado para recoger los productos de las fermentaciones vinosa y pútrida, y para la descomposicion del agua: añade una noticia de los varios lodos ó betunes y sus utilidades.

Los detalles contenidos en el capítulo séptimo dan á conocer los aparatos de que se ha servido este Físico con buen éxîto, para conocer con exâctitud los fenómenos que ocurren en la combustion del fósforo, del carbon, de los aceytes, del alkool, del éter, del gas hidrógeno, y por consiguiente en la recomposicion del agua, y oxîdacion de los metales.

En fin el octavo y último capítulo de la obra trata de los instrumentos y medios propios para ele-

var los cuerpos á altas temperaturas; en él habla de la fusion, de los crisoles, de los hornillos, de la teórica de su construccion, del medio de aumentar considerablemente la accion del fuego substituyendo al ayre atmosférico el ayre vital ó gas oxîgeno.

Aun quando estos detalles no fuesen mas que unas sencillas descripciones de las máquinas que han proporcionado á la Química sus nuevos descubrimientos, serian de grande utilidad, y debia agradecérsele á Mr. Lavoisier el haber publicado unos procederes y aparatos muy poco conocidos, aun de muchos que profesan en el dia la Química, como lo dice el autor. Pero no es una descripcion seca y árida la que ofrece esta tercera parte, sino que se describe el uso de las varias máquinas, el modo de servirse de ellas, y los fenómenos que ofrecen al observador: muchas veces tambien algunos puntos particulares de la teoría general expuesta en toda la obra, dan mucha luz sobre el resultado de las operaciones para que sirven estos instrumentos. Esta tercera parte puede considerarse como una historia de los principales aparatos necesarios para las operaciones de la Química moderna, y sin los quales no podria esperarse que esta ciencia hiciese progresos.

Las láminas que se hallan al fin de la obra, estan grabadas por la traductora (*) de Kirwan, quien ha sabido combinar el cultivo de las letras con el de las artes y ciencias.

La obra se termina con unas tablas en las que se expone el peso del pie cúbico de los diferentes gases, la gravedad específica de gran número de cuerpos naturales, los métodos para convertir las frac-

(*) Madama Lavoisier.

ciones comunes en fracciones decimales, é inversamente, medios de correccion para la gravedad de los gases, con relacion á la altura del mercurio en el barómetro y termómetro. Estas tablas son en el dia tan necesarias para los Químicos, á fin de obtener resultados exâctos en sus experimentos, como lo son las tablas de los logaritmos para los Geómetras y Astrónomos, por razon de la exâctitud y brevedad de sus cálculos.

Juzgamos pues que la obra de Mr. Lavoisier merece la aprobacion de la Sociedad, y ser impresa con su privilegio.

En el Louvre á 6 de Febrero de 1789.

Firmado, de Horne y Fourcroy.

La Sociedad Real de Medicina, habiendo oido en su junta celebrada en 6 del corriente la lectura del informe anterior, ha adoptado enteramente su contenido: y por ser verdad lo certifico. A 7 de Febrero de 1780.

Firmado, Vicq d'Azir, Secretario perpetuo.

EXTRACTO

De los Registros de la Sociedad Real de Agricultura.

Del 5 de Febrero de 1789.

La Sociedad nos ha comisionado para que la informemos de un tratado elemental de Química, por Mr. Lavoisier.

Entre los sabios de la Europa uno de los que mas ha contribuido á la feliz revolucion que ha experimentado en nuestros dias la Química pneumática, es sin duda Mr. Lavoisier. Las Memorias importantes que ha publicado de quince años á esta parte, los hechos brillantes de que le somos deudores, todos los experimentos conocidos que ha verificado con un zelo infatigable, la buena construccion y precision de los aparatos que ha imaginado; en fin la nueva teórica, sobre la qual ha influido con tanta particularidad, y que puede considerarse como que le pertenece verdaderamente, hacian desear que reuniese estos numerosos materiales en una obra, y aun mejor en un tratado elemental: era bien dificil haberlo desempeñado mejor que este sabio.

Este tratado puede servir para el estudio de la Química por el método y órden que reynan en él: y en quanto al Químico, familiarizado ya con la ciencia, hallará los hechos reunidos y clasificados, como tambien ideas sublimes sobre el sistema de nuestra atmósfera, de la vegetacion, animalizacion, &c., lo que ofrece un vasto campo á sus indagaciones.

La Química va extendiendo de dia en dia sus

límites: abraza al presente todas las ciencias físicas, y acaso la Agricultura será una de la que deba aplaudirse mas de los sucesos de la Química, por ser la analisis el único medio de llegar con seguridad al conocimiento de las tierras, sus mejoras y abonos: en fin solamente la Química pneumática puede explicar los grandes fenómenos de la vegetacion, la formacion de los varios principios de los vegetales, el ahilamiento de las plantas, &c.: y ella es la que nos ha dado á conocer aquella doble emision de un gas homicida, y de un gas vital.

En el corto número de obras recientemente publicadas sobre la Química, siendo nuevos la nomenclatura, los hechos, la aplicacion del método de los Geómetras á estos mismos hechos, y en fin toda la teórica; la analisis de un tratado de esta especie sería un asunto largo y dificil de desempeñar: por lo que nos limitaremos á algunas reflexîones sobre este nuevo órden de cosas, que en medio de muchos prosélitos, tiene tambien algunos detractores.

Puede sentarse como una verdad incontrastable, que no hay arte mecánica, por infeliz que sea, cuya nomenclatura fuese ménos viciosa, menos insignificante, que lo que era la de la Química antigua. No hay palabra en el antiguo lenguage químico, que no sea hija del misterio, y muchas veces de la charlatanería. Glaubero y Stahl arrastrados por el torrente y especie de moda que reynaba en su tiempo, introduxeron el uno *su sal admirable*, y el otro *su arcano duplicado*. Una palabra nueva, que no tiene aceptacion alguna, se la puede recibir; pero no sucede así con una palabra ya usada.

Se necesitaba pues una lengua nueva para una nueva ciencia, palabras nuevas para productos nuevos; en fin era necesario crear expresiones para los fenómenos que creaba diariamente la Química. Im-

portaba sobre todo que esta nomenclatura fuese filosófica, que la palabra fixase la idea, y que semejante á la lengua de los Griegos y Latinos, los aumentativos, los privativos, y la variacion hiciesen nacer ideas accesorias y exâctas, y esto es lo que desempeñan, por exemplo, las palabras *azufre*, *sulfate*, *sulfite*, *sulfureto*. Este es el objeto que se han propuesto y desempeñado los sabios que se reuniéron para formar esta nueva nomenclatura, que el tratado de Mr. Lavoisier la hace muy inteligible.

Pero lo que mas admira en la obra de Mr. Lavoisier es el gran número de experimentos ingeniosos, muchos de los quales le pertenecen, presentados todos con la exâctitud matemática, ignorada antes de aquella época que Rouelle habia anunciado, la qual sujetando la analisis al rigor del cálculo, forma el complemento de la ciencia, haciendo que la recomposicion de los cuerpos sea tan fácil como su descomposicion.

La Química antigua llegaba tambien algunas veces á la sintesis: descomponia y recomponia el alumbre, los vitriolos, las sales neutras en general; mineralizaba y revivificaba los metales; pero el agua y el ayre escapaban á su analisis. Los miraba como cuerpos simples y elementales, siéndole reservado á la Química pneumática hacerles sufrir la doble ley de la descomposicion y recomposicion.

Nos falta que hablar de la teórica, ya que nos hemos limitado á generalidades. Esta teórica estriba sobre una multitud de hechos, que le sirven de muralla sólida en que parece inatacable: no lo seria sin duda si pretendiese explicarlo todo; pero sabe contenerse quando le faltan los hechos, ó son en muy pequeño número para consolidar nuevos puntos de doctrina. Tal es el caracter sabio que la distingue de la antigua teórica, que todo lo explicaba de diez

modos diferentes, porque por falta de camino se andaba por senderos. En la teoría actual se encadenan los hechos: cada proposicion va apoyada en experimentos multiplicados, y parece que no se pueden sacar otras conseqüencias que las que presenta esta misma teórica.

Juzgamos pues que esta obra, de la qual muchos capítulos se aplican inmediatamente á la Física vegetal, merece la aprobacion de la Sociedad de Agricultura.

Firmado, Fourcroy y Cadet de Vaux.

Certifico que este extracto es conforme al original y al juicio hecho por la Sociedad.

Paris 6 de Febrero de 1789.

Firmado, Broussonet, Secretario perpetuo.

TABLA ALFABÉTICA
DE LAS MATERIAS.

Nota. *Los números romanos indican los tomos, y los arábigos las páginas. Quando no se cita tomo debe entenderse el que está citado últimamente.*

A

G

T

ERRATAS.

TOMO I.

PAG.	LIN.	ERRATA.	CORRECCION.
XVI	2	eomo	como.
7	12	pneumátima	pneumática.
23	28	única sustancia	única.
24	21	lámina XI	lámina II.
32	33	aquellas Memorias	estas Memorias.
42	13	suturar	saturar.
45	29	pero su	pero por su.
66 Nota	8	igualmente en	igualmente.
74	12	combinacion	combustion.
78	28	contiene	que contiene.
ibid.	31	la	de la
97	2 y 3	y convertirla	y á convertirlo.
113	3 y 4	de las bases neutras y de las diferentes sales	de las sales neutras y de las diferentes bases.
126	22	18 | piro-ignoso	18 | piro-lignoso.
130	3	planes	ó planes.
198	28	Silica	Silicea.
220	11 y 12	termómetra	termómetro.
245	3	oxîgenedo	oxîgenado.

TOMO II.

34	23	experimenttos	experimentos.
85	18	colaciones	colocaciones.
117	12	el fósforo	de fósforo.
118	9 y 10	grano	grado.
121	33	prolonga	prolongada.
122	22	el aumento	del aumento.
134	8	oxîgenada	oxîgenada de potasa.
139	19	lavatorios	laboratorios.
156	16	que haya	haya.
158	25	alfar	alfarero.
206	11	Lavoiser	Lavoisier.

NOTICIA

De los Libros que se hallan venales, con un surtido muy completo de todas clases, en la Librería de Don Gabriel Gomez, calle de las Carretas.

Compendio de los veinte Libros de Reflexìones Militares, que escribió en diez tomos el Teniente General Don Álvaro de Navia Osorio, Vizconde del Puerto, y Marques de Santa Cruz de Marcenado; por el Capitan de Infantería Don Juan Senen de Contreras: dos tomos en 4.º á 50 reales en pergamino, y 60 en pasta.

Toda la Coleccion de Fábulas de la Fontayne, traducidas por el Teniente Coronel Don Bernardo María de Calzada: dos tomos en 4.º, á 34 reales en pergamino, y 40 en pasta.

Lógica de Condillac, traducida por el referido Don Bernardo: un tomo en 4.º, á 8 reales en pergamino, y 11 en pasta.

Poema de la Religion, por el propio: un tomo en 8.º mayor, á 8 reales en pergamino, 10 en pasta; segunda edicion.

El Viajador sensible, ó mi paseo á Iverdum, por el mismo: un tomo en 8.º, á 6 reales en pergamino, y 8 en pasta.

Vida de San Fernando el III, Rey de Castilla y de Leon, protector de la Real Brigada de Carabineros, y ley viva de Príncipes perfectos; escrita por Don Alonso Nuñez de Castro: lleva el retrato del Santo en la portada: un tomo en 4.º marquilla, á 24 reales en pergamino, y 28 en pasta.

Descripcion de la Inconstancia de la fortuna, en donde, por la decadencia de los Imperios y de los Reynos, por las ruinas de las ciudades, y por diversas aventuras maravillosas, se ven todas las mudanzas del mundo; obra enriquecida de muchas advertencias naturales, políticas y morales: tres tomos en 8.º, á 14 reales en pergamino, y 18 en pasta.

Paralelo de las costumbres de este siglo y de la moral

de Jesucristo; obra de Croiset, traducida por Don Joseph de Palacio y Viana: dos tomos en 8.°, á 14 reales en pergamino, y 18 en pasta.

Reflexîones sobre la vanidad de los hombres, ó Discursos morales de ella, con una carta del mismo autor sobre la fortuna, escritas en Portugues por Matias Ayres Ramos da Silva de Sá, traducidas por el expresado Viana: dos tomos en 8.°, á 12 reales en pergamino, y 16 en pasta.

Compendio histórico de la vida del falso Profeta Mahoma; por Don Antonio Capmani: un tomo en 8.° mayor, á 8 reales en pergamino, y 11 en pasta.

Declamaciones contra la charlatanería de los eruditos, trasladadas de las que escribió en latin Juan Burchardo Menkenio, por Don Juan Pablo Forner: un tomo en 8.°, á 5 reales en pergamino, y 7 en pasta.

Discurso sobre los mejores medios de excitar y fomentar el patriotismo en una monarquía: á 3 reales á la rústica.

Verdadera Historia de Doña Ines de Castro, suceso Portugues; por el mencionado Don Bernardo María Calzada: un tomo en 8.°, á 3 reales á la rústica.

Desengaño de malos desengañadores, defensa del Poema de la Religion; por el mismo: papel en 8.°, á real y medio.

Discurso sobre quanto contribuye á la felicidad de las naciones el respetar las costumbres: en 8.°, á real y medio.

El Hijo natural ó pruebas de la virtud, Comedia en prosa de Diderot; por el mismo Calzada: un tomo en 8.°, á 4 reales á la rústica.

El Triunfo de la Moral Christiana, ó los Americanos, Tragedia, á 4 reales á la rústica.

Genealogía de Gil Blas de Santillana. Continuacion de este famoso sugeto, por su hijo Don Blas de Liria: restituida á la lengua original en que se escribió, por Don Bernardo María de Calzada: á 20 reales en pergamino, y 24 en pasta; un tomo en 4.° igual á los de la obra, que en todo componen 8 tomos, y se hallan en la misma Librería.

Elementos de Farmacia teórica y práctica. Contienen

todas las operaciones fundamentales de esta facultad, con su definicion, y una explicacion de estas operaciones por los principios de la Química. Las recetas de los remedios nuevamente puestos en uso, los principios fundamentales de muchas Artes, dependientes de la Farmacia, como el arte de confitero, destilador de aguas de olor, aguardientes y rosolis, &c. con la exposicion de las virtudes y dosis de los medicamentos, á continuacion de cada artículo. Obra escrita en Frances por Mr. Baume, Profesor de Farmacia, y traducida al Castellano de la última edicion con notas por Don Domingo García Fernandez, Comisionado por S. M. para la inspeccion de Moneda. Tres tomos en 8.º de marca con láminas, á 51 reales en pergamino, y 60 en pasta.

Discurso de la excelencia del Télemaco, y sobre la Poesía Epica: sacado del Frances por Don Joseph Palacio y Viana: un tomo en 8.º, en pergamino á 4 reales.

Investigaciones históricas sobre los principales descubrimientos de los Españoles en el mar Océano en el siglo XV y principios del XVI en respuesta á la Memoria de Mr. Otto, sobre el verdadero descubridor de América. Por Don Christobal Cladera, Dignidad de Tesorero de la Santa Iglesia de Mallorca: un tomo en 4.º con láminas: á 40 reales á la rústica, y 48 en pasta.

Las obras de Cayo Cornelio Tácito, con la vida de Julio Agrícola, que escribió Cayo Cornelio Tácito. Traducidas al Castellano por Don Baltasar Alamos Barrientos: acompañada del texto latino, por Don Cayetano Sixto, Presbítero, y Don Joaquin Ezquerra: 4 tomos en 4.º marquilla.

Coleccion de Apologistas antiguos de la Religion Christiana, San Justino, Taciano de Siria, Atenágoras, Teófilo de Antioquía, Tertuliano, Minucio, Félix y Orígines; obra escrita en Frances por el Señor Abate de Gourci, traducido al Castellano, y dedicado al sabio Clero de España, 2 tomos en 4.º

Enfermedades venéreas del Dr. Juan Federico Fritze, y traducidas al Castellano por Don Antonio Lavedan, un tomo en 4.º, á 14 reales pergamino, y 16 pasta.

INDICE

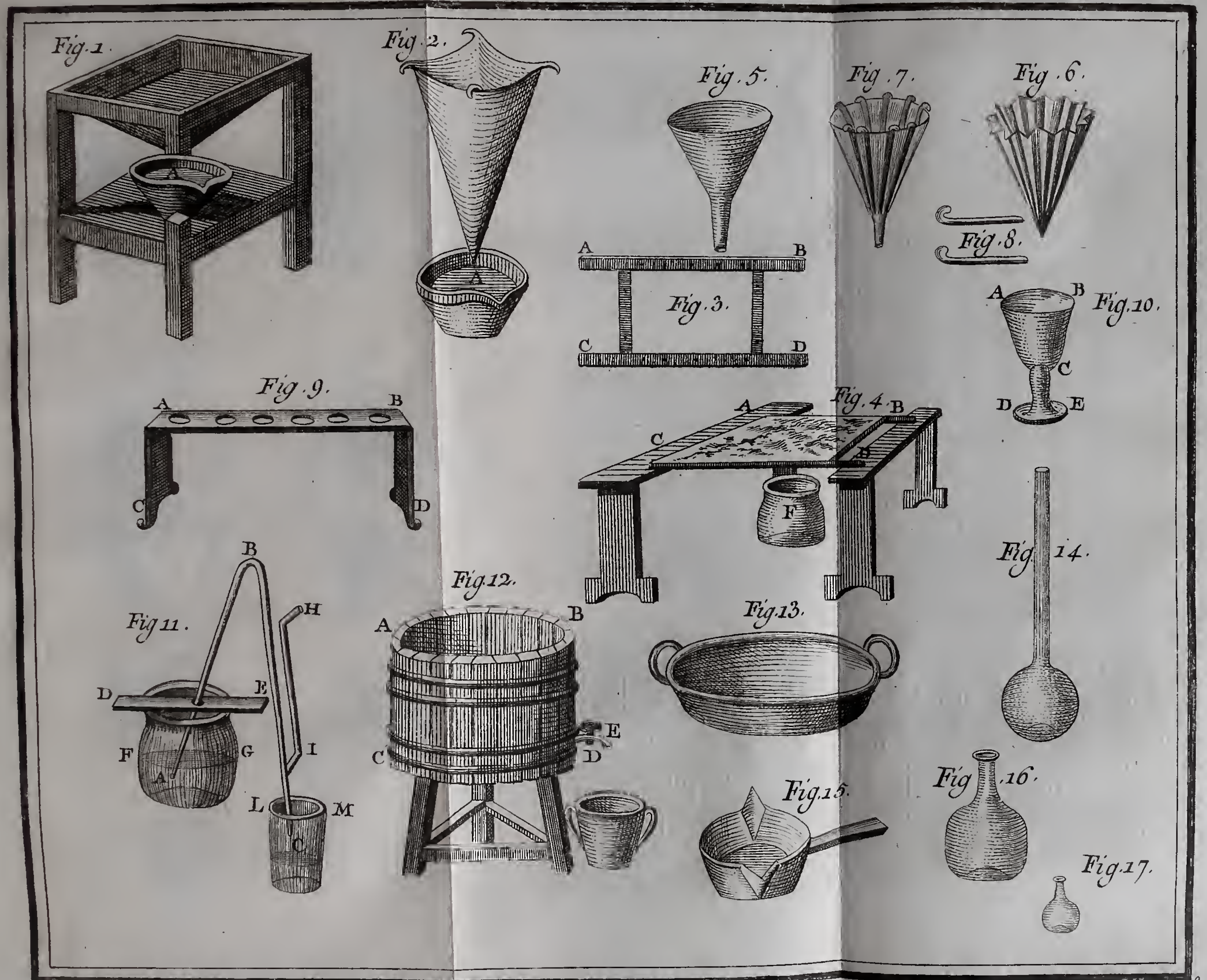
DEL TOMO SEGUNDO.

PARTE TERCERA.

Lamina 1.



Maré f.t



Manuel Navarro lo gr.º

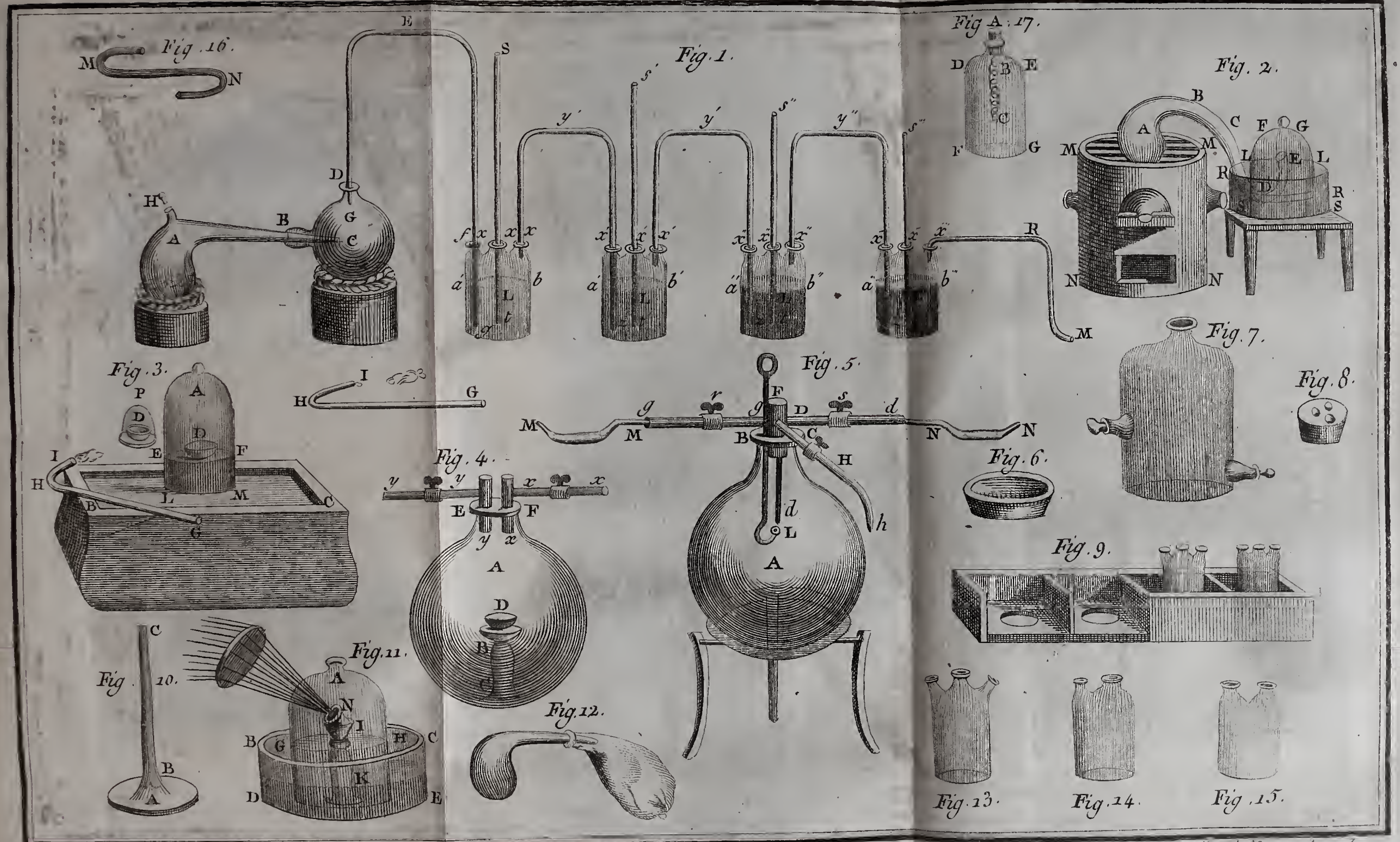



Fig. 1.re
Fig. 2.
F
G
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
D
B
A
C
Fig. 6.
D
B
G
A
C
C
Fig. 8.
B
A
D
Fig. 14.
Fig. 15.
F
T
U
R
X
A
Fig. 16.
S
F
T
R
U
X
A
Fig. 7.
Fig. 9.
B
C
A
D
E
T
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 13.
T
S
Fig. 12.
B
r
r
A
S
Fig. 24.
Fig. 17.
D
Fig. 18.
B
C
D
E
Fig. 20.
A
B
C
Fig. 19.
Fig. 23.
Fig. 22.
Fig. 21.

Maré f.

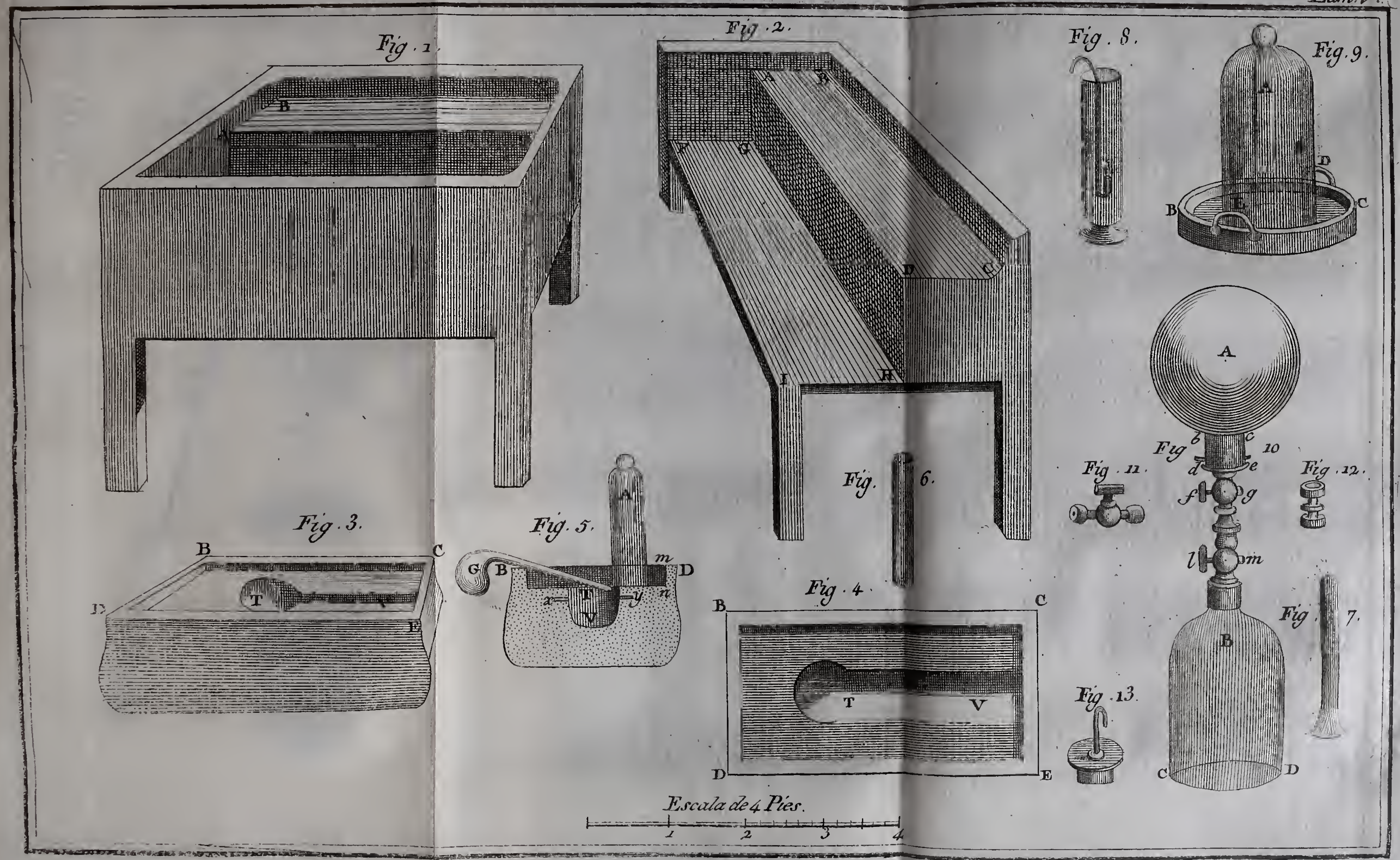


Lam. IV.



Manuel Navarro lo grabó.




Lam. V.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Escala de 4 Pies.
1 2 3 4
Manuel Navarro lo grabo.



Lamina VI.

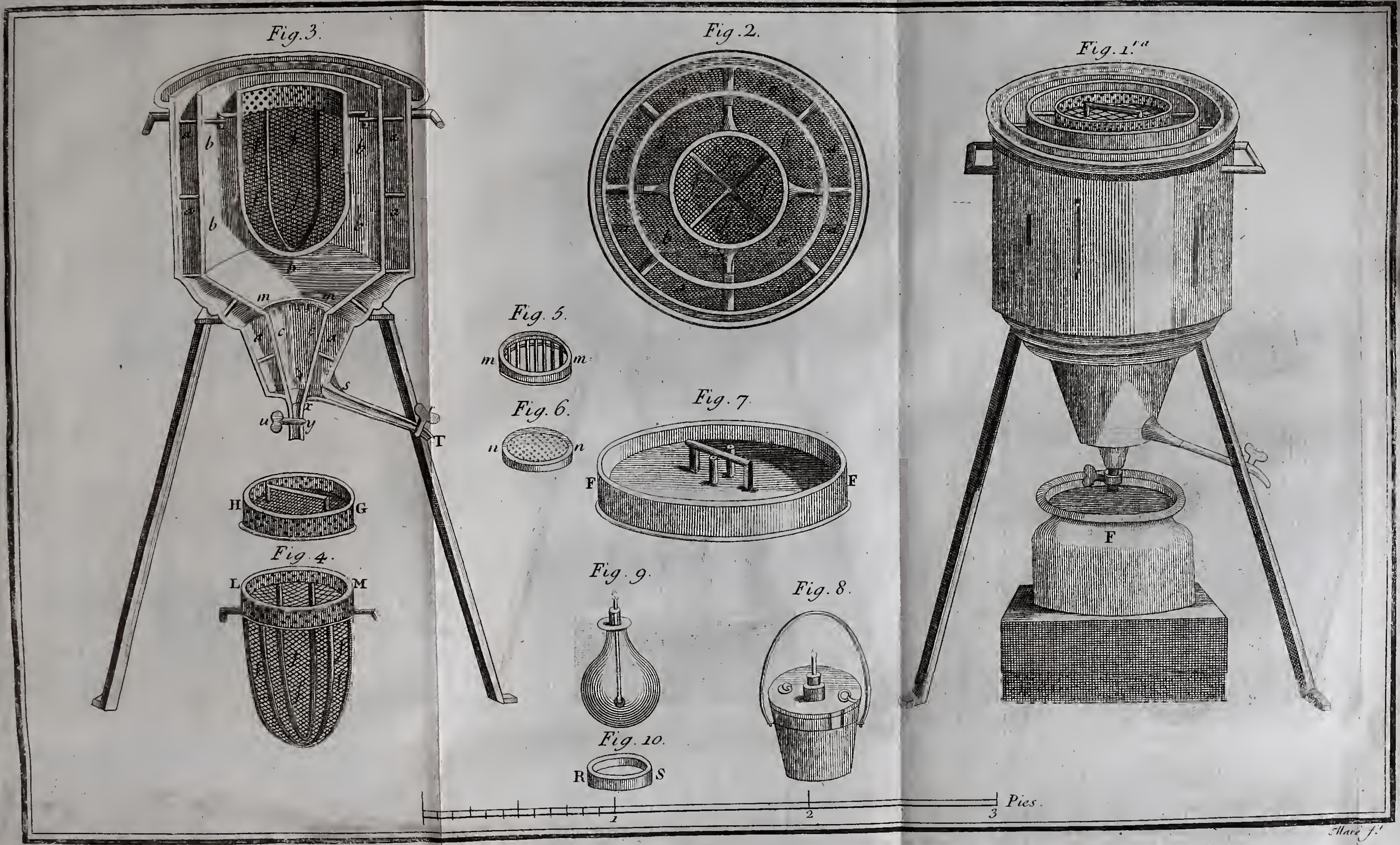
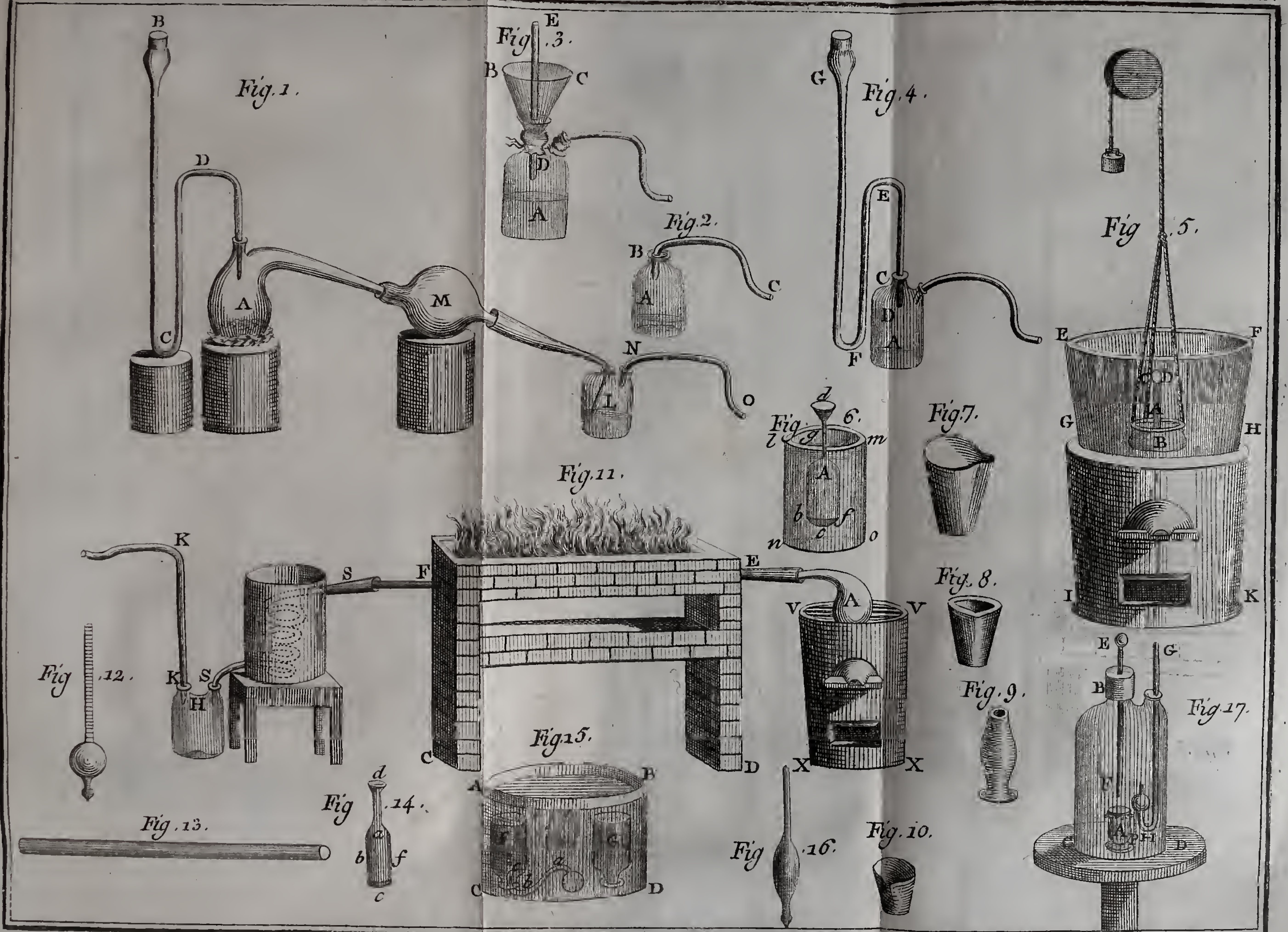


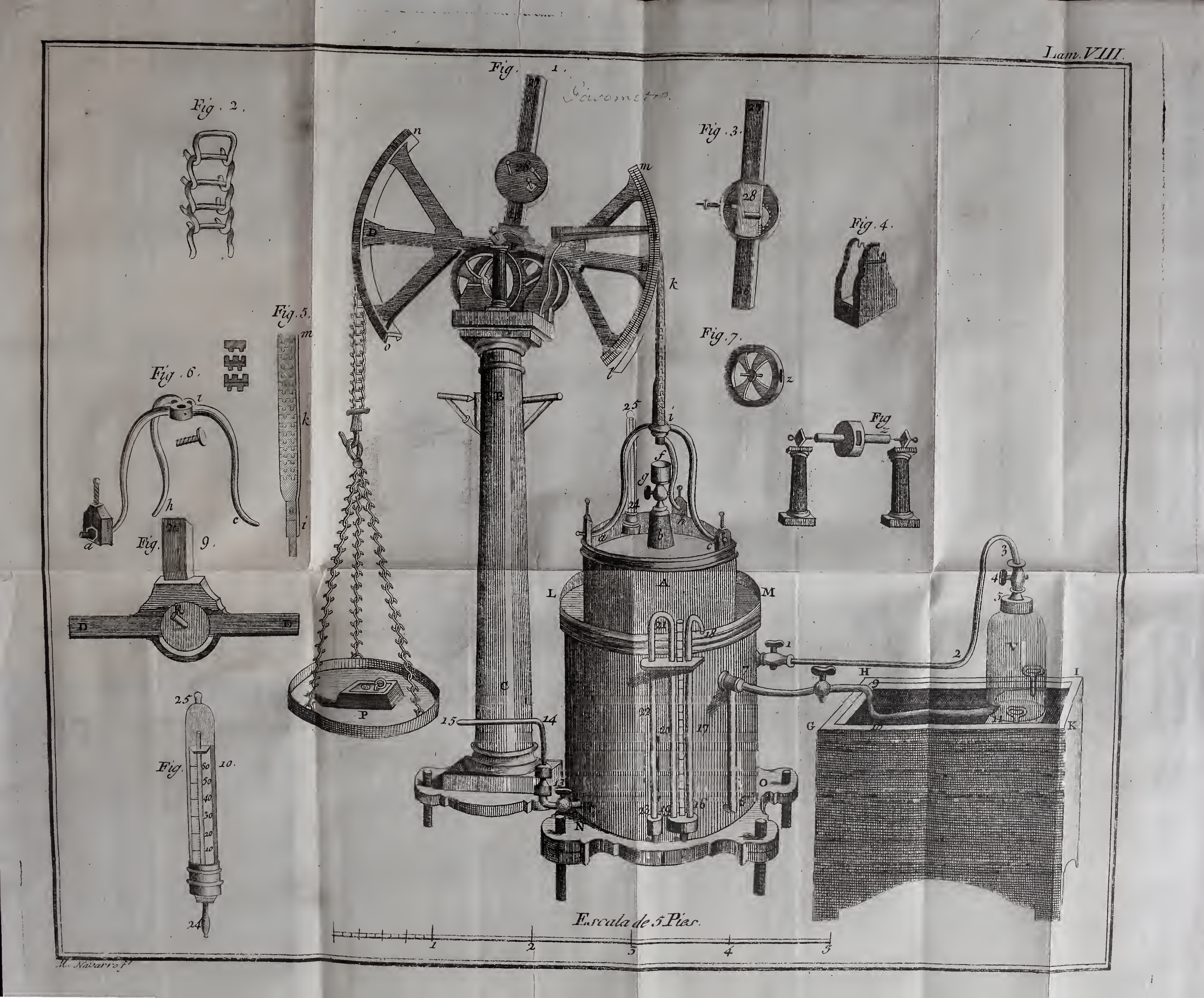
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.ra
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 4.
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 10.
Pies.
1
2
3

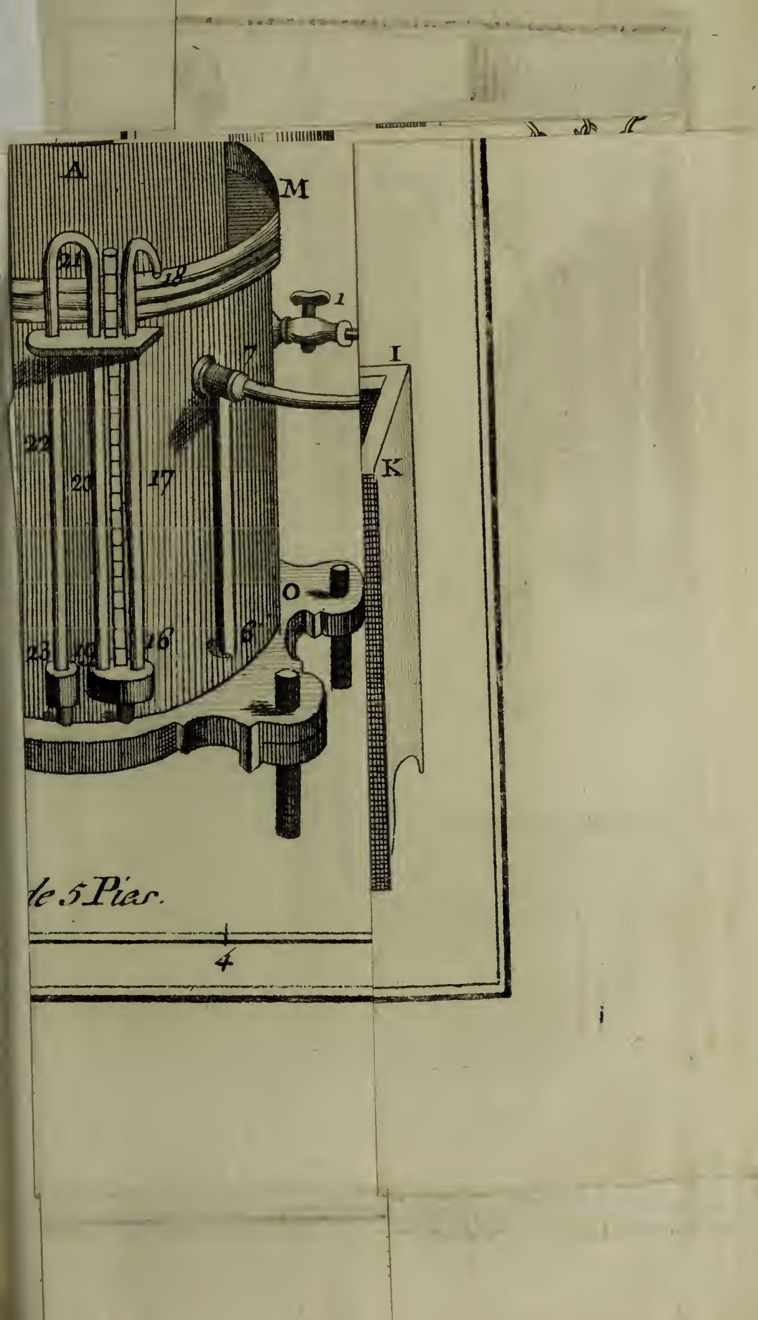


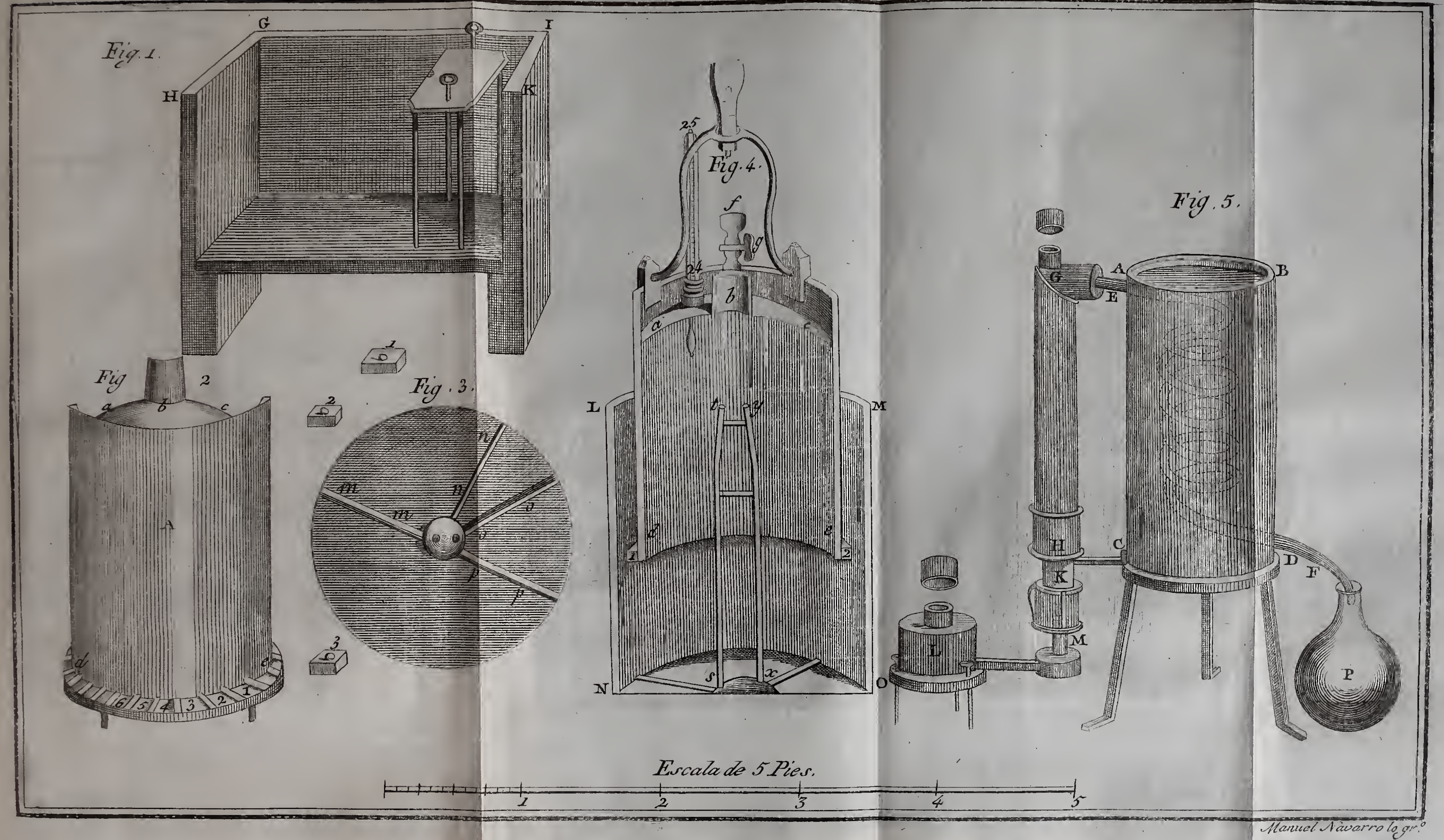


Manuel Navarro lo grabo.

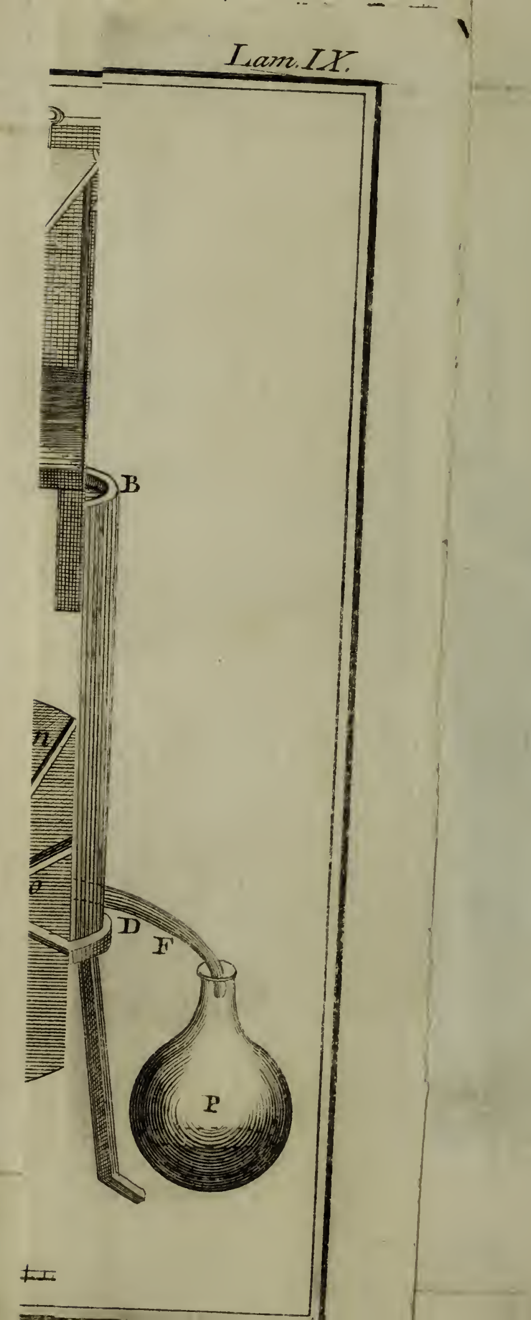


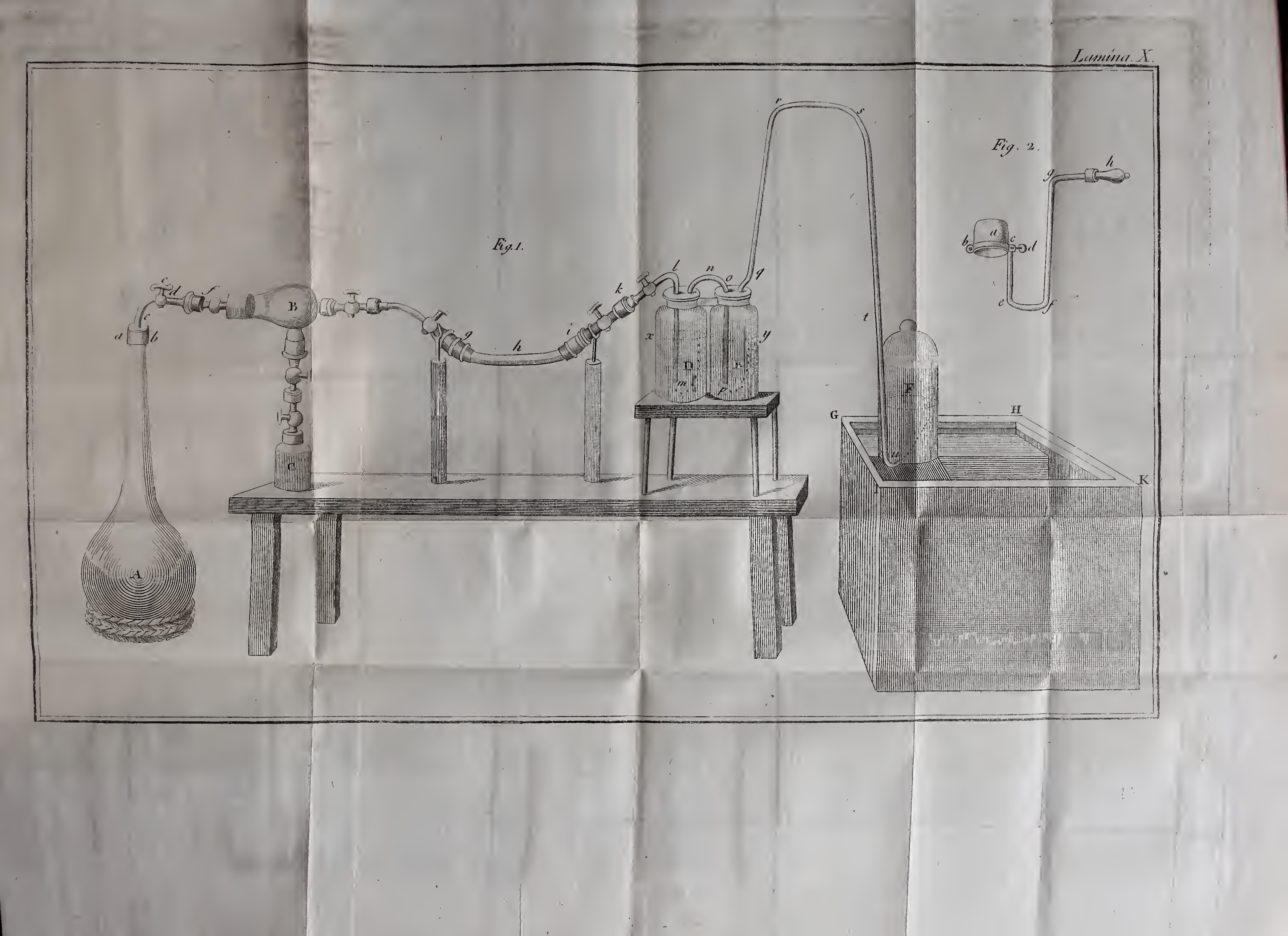

Fig. 1.
Gazometro.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 10.
Escala de 5 Pies.
1
2
3
4
5
M. Navarro f.

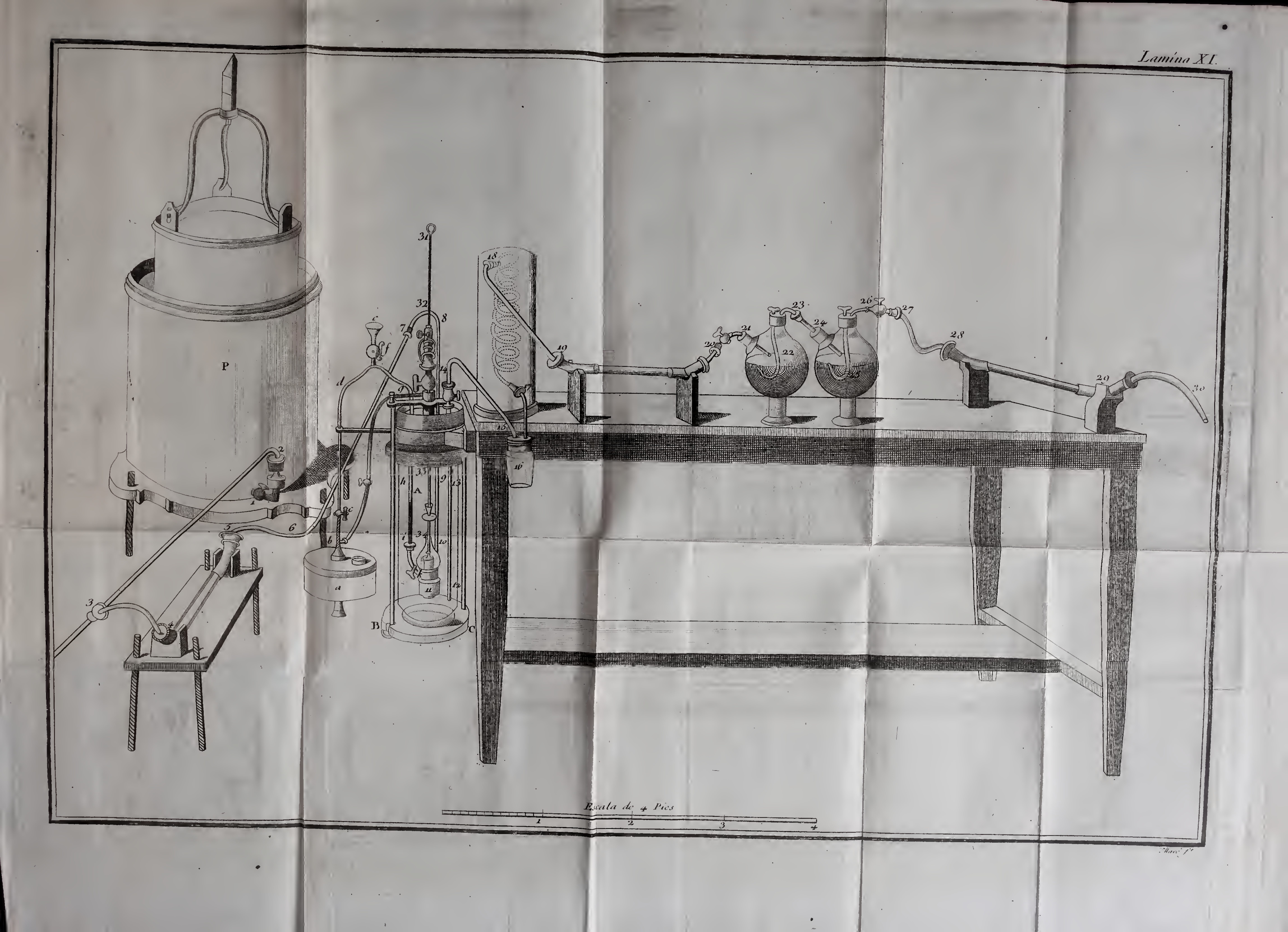

A
M
21
18
1
7
I
22
20
17
K
O
23
19
16
6
de 5 Pies.
4

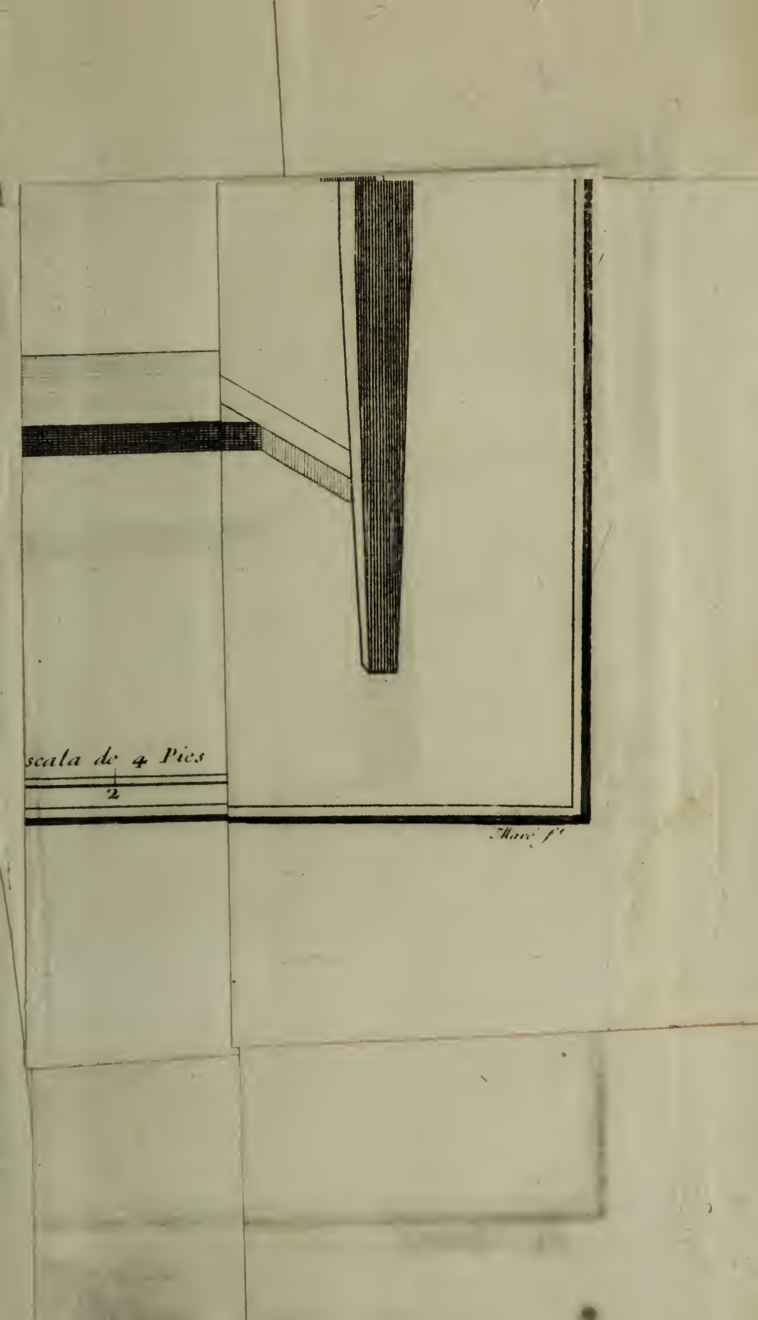


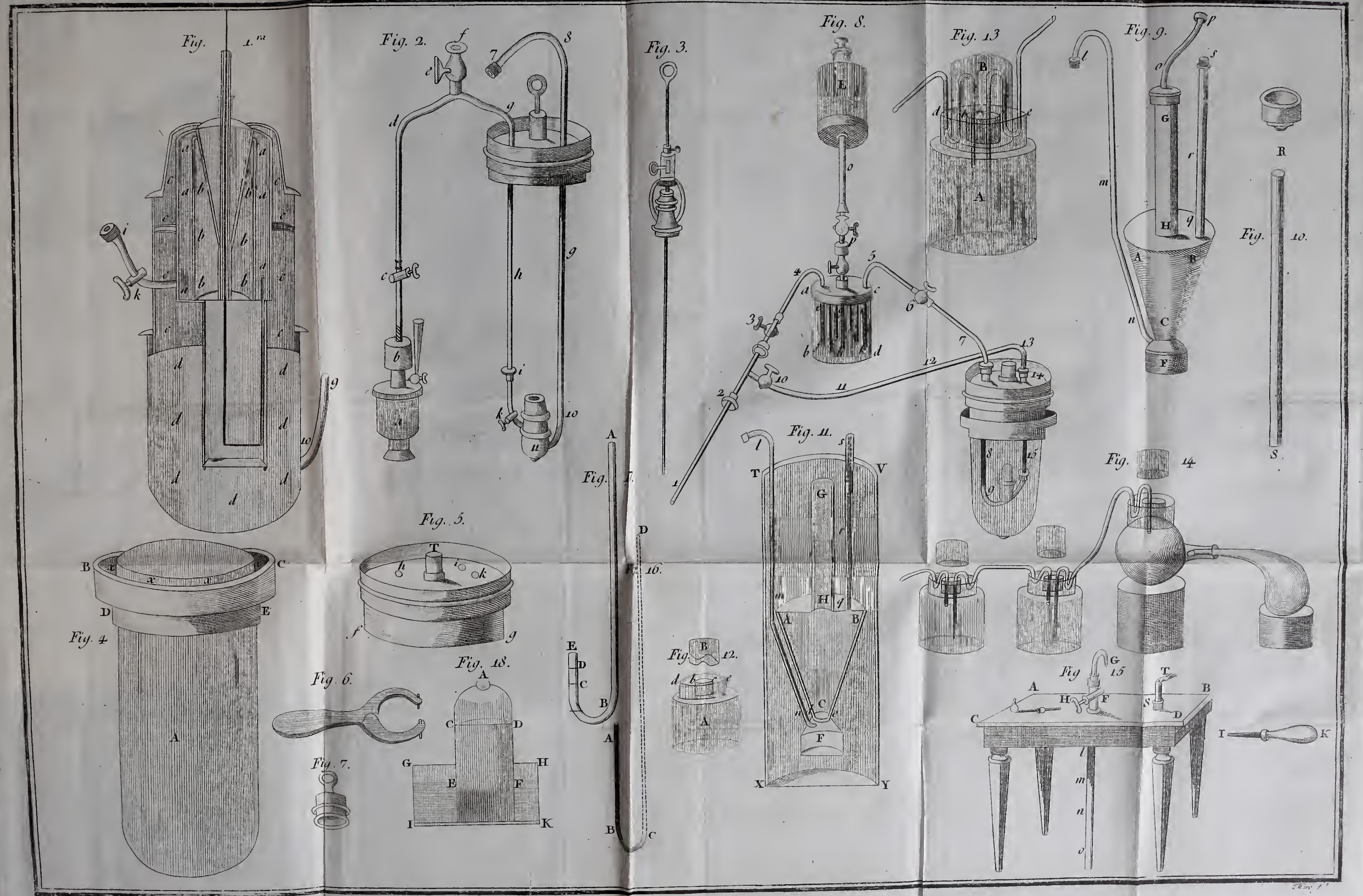
Manuel Navarro lo gr.º

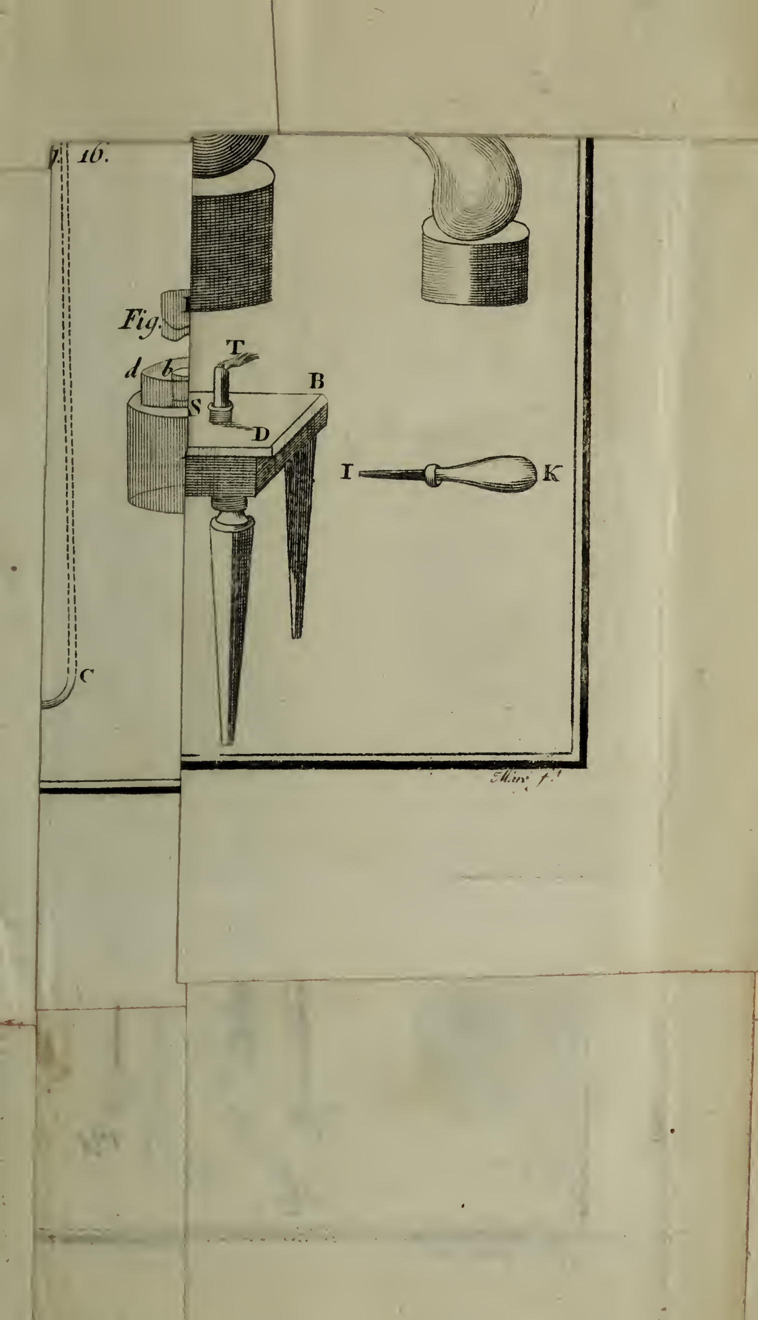

B
n
o
D
F
P


Fig. 1.
A
a
b
c
d
f
B
C
g
h
i
k
l
n
o
q
r
s
t
x
y
D
E
m
F
G
H
K
u
Fig. 2.
a
b
c
d
e
f
g
h


Lamina XI.
Escala de 4 Pies

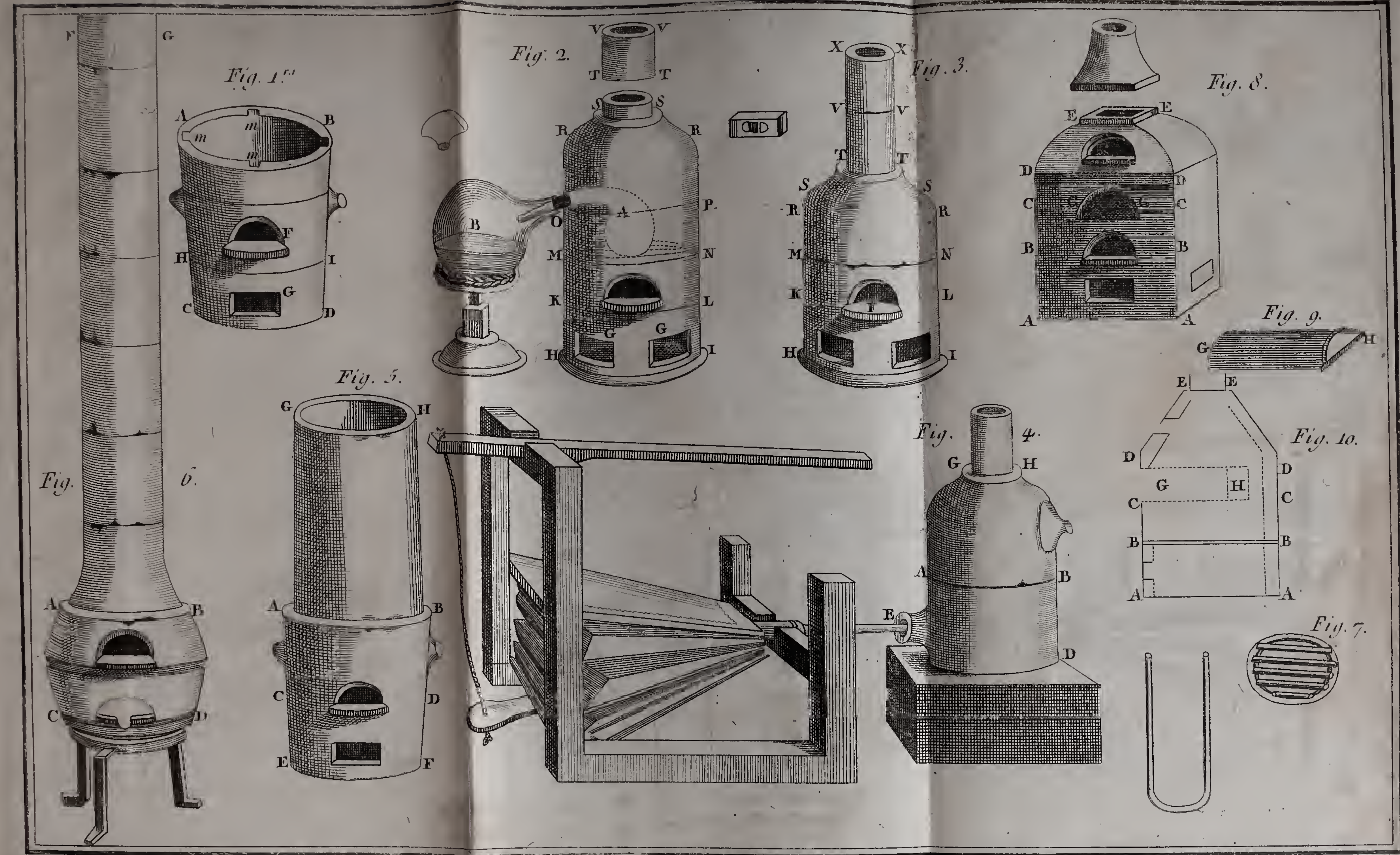

scala de 4 Pies
2
Maré f.t


Fig. 1.ra
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 14
Fig 15
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.



16.
Fig.
T
B
d
b
S
D
I
K
C

Lamina XIII.



Mare f.







